

ROK III LISTOPAD — GRUDZIEŃ 1948 R. NR 11/12

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 100 zł

TREŚĆ NUMERU:

RADIO

Miesięcznik dla techników i amatorów

Rok III **Listopad — Grudzień 1948** **Nr 11/12**

Z kraju i zagranicy

Z historii radiofonii przewodowej w Z.S.R.R.

Jak wiadomo, system przewodowy zastosowano najwcześniej dla masowej radiofonizacji w ZSRR. Pojawił on się tutaj w 1924 r. w Moskwie, zaś w 1925 r. w Leningradzie. W Holandii radiofonia przewodowa istnieje od 1925 r., w Anglii od 1927, zaś w Szwajcarii, Niemczech i in. od 1932 r. Pierwszy radiowęzeł dużej mocy ustawiony w Domu Związków w Moskwie obsługiwał głośniki w klubach robotniczych największych fabryk moskiewskich. Z biegiem czasu szybko powstawała sieć radiowęzłów, podległych Komisariatowi Łączności. Prócz nich powstawały radiowęzły fabryczne, radiowęzły w dużych zakładach pracy, sowchozach, stacjach maszynowo-traktorowych. W 1934 r. ilość radiowęzłów wynosiła w ZSRR — 6.000, gdy tymczasem w Anglii zaledwie 225. Dalszy wzrost nie uległ zahamowaniu. W ciągu 5 lat (1934—1939) ilość abonentów wzrosła o 130%, w Anglii zaś tylko o 65%. Ilość radiowęzłów w 1941 r. wynosiła już 11.000. Równocześnie powiększała się jeszcze szybciej moc aparatury. Charakterystyczną wielkością jest tu moc przypadająca na jeden głośnik abonencki. Wynosiła ona: w 1928 r. — 40 mW, w 1933 r. — 100 mW, w 1941 r. — 283 mW.

Technika radiofonii przewodowej ulegała i ulega ciągłym udoskonaleniom. Od słabych kilkunasto-watowych i byle jak skompletowanych aparatur dokonano przejścia do specjalnie skonstruowanych, typowych bloków wzmacniakowych, ze skomplikowanymi urządzeniami rozdzielczymi i kontrolno-pomiarowymi, o mocy dochodzącej dziś do 60 kW.

Pierwsze audycje z radiowęzłów słuchane były na słuchawki, później na głośniki elektromagnetyczne, typów dziś jeszcze popularnych jak np. „Zaria" lub „Rekord". Od 1933 r. coraz szerzej wprowadzane są głośniki dynamiczne ze stałym magnesem. Od 1934 r. powszechnie wprowadza się regulator siły głosu.

Również dużym zmianom uległy sieci przewodowe. Pierwsze prymitywne układy, składające się ze wzmacniacza, pary przewodów i bezpośrednio do nich przyłączonego głośnika, ustąpiły miejsca ogromnym i rozbudowanym sieciom, z centralną stacją, zasilającą przy pomocy specjalnych linii podstacje wielkiej mocy. Stąd energia rozchodzi się fiderami o napięciach 120 i 240 V do linii abonenckich. Zastosowanie ograniczników umożliwia lokalizację uszkodzeń. System dwuczłonowy pozwolił na budowę dłuższych linii i przyłączanie do radiowęzłów oddalonych, głównie wiejskich miejscowości. W stadium eksperymentów jest już układ trójczłonowy.

Po ogromnych zniszczeniach wojennych sowiecka radiofonia przewodowa dźwignęła się już zupełnie i w 1950 r. sieć odbiorcza przewyższy o 75% stan przedwojenny. Zagadnienie radiofonizacji wsi stoi w ZSRR na czołowym miejscu, zwłaszcza że podczas wojny, w związku z okupacją, ilość punktów odbiorczych na wsi znacznie się zmniejszyła. Hasłem dnia jest dotarcie w 1950 r. do każdej wsi, czy to za pomocą przewodów, czy odbiornika.

Moc radiowęzłów w ciągu pięciolatki wzrośnie trzykrotnie. Równocześnie dokonuje się przebudowa i modernizacja aparatury i sieci. Między innymi linie podmiejskie i wiejskie będą częściowo prowadzone podziemnym kablem w chlorwinilowej izolacji.

Do osiągnięć technicznych radiofonii przewodowej w znacznym stopniu przyczyniło się poważne ustosunkowanie się instytucyj naukowych do zagadnień związanych z tą dziedziną. Ogromną ilość prac i badań przeprowadził Centralny Instytut Naukowo-Badawczy Ministerstwa Łączności, jego oddział leningradzki, Instytut Odbioru Radiowego i Akustyki Ministerstwa Przemysłu Środków Łączności. W Akademii Łączności im. Podbielskiego, w Instytutach Inżynierów Łączności: Moskiewskim, Leningradzkim i Odesskim powstał szereg katedr radiofonii przewodowej. Schematy, konstrukcje, systemy i projekty, normy i przepisy są w dużej mierze dziełem tych instytucyj naukowych i wybitnych specjalistów, którzy nie zawahali się przejść z innych zaawansowanych dziedzin radiotechniki do nowej i pozornie prostej dziedziny, jaką była radiofonia przewodowa.

J. B.

Ośrodek techniczno-kontrolny O. I. R.

Jednym z poważniejszych argumentów przemawiających na rzecz istnienia Międzynarodowej Organizacji Radiofonii (Organisation Internationale de Radiodiffusion) — grupującej, jak wiadomo, europejskie zarządy i kompanie radiofoniczne, państwowe i prywatne, niezależnie od istnienia Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej i C.C.I.R. — jest fakt, że jedyne w Europie już rozbudowane międzynarodowe centrum techniczno-kontrolne należy właśnie do tej organizacji. Ośrodek ten znajduje się w Brukseli i obejmuje zmodernizowane i rozszerzone przedwojenne urządzenia Międzynarodowej Unii Radiofonicznej.

Ośrodek ma za zadanie: 1) przeprowadzać systematyczne pomiary częstotliwości stacyj nadawczych na wszystkich zakresach, 2) periodycznie wykonywać specjalne pomiary i obserwacje, włączając do nich w szczególności pomiary pola stacyj, 3) na żądanie przeprowadzać ankiety, dotyczące częstotliwości, stałości częstotliwości, jakości odbioru, natężenia pola, głębokości modulacji itp. określonych stacyj.

W rezultacie około 300.000 pomiarów rocznie Ośrodek wydaje grafiki, tablice i inne dokumenty.

Dla pomiaru częstotliwości Ośrodek dysponuje wzorcem częstotliwości wraz z urządzeniem kontrolnym i rozdzielczym oraz czterema urządzeniami pomiarowymi (2 dla średnich i długich — 150—1600 kc/s i 2 dla krótkich — 2,5—23 Mc/s — fal). Wzorzec kwarcowy $2 \times 500 = 1000$ kc/s, umieszczony w termostacie w podziemnym pomieszczeniu i zapewniający stałość rzędu $2—4 . 10^{-8}$ daje poprzez szereg dzielników multiwibratorowych wzorcowe częstotliwości 100,10 i 1 kc/s. Dla pomiarów dudnień służy zegar synchroniczny sprawdzany z Obserwatorium.

Nie opisujemy tu szeregu pomocniczych urządzeń. Sam pomiar odbywa się dwoma klasycznymi sposobami, szybkimi i dokładnymi. W pierwszym mierzona częstotliwość interferuje w odbiorniku z częstotliwością heterodynowego częstościomierza, każdorazowo ustawianego, sprawdzanego z taką wielokrotnością wzorcowego 1 kc/s ,aby jako różnicę uzyskać 500—1500 c/s. Tę zaś kolejno porównujemy z częstotliwością generatora niskiej częstotliwości, tzw. heterodyny interpolacyjnej.

Drugi sposób stosuje się przy pomiarze stacyj pracujących z dużą stałością ($\pm$ 5 c/s) na całkowitej liczbie kc/s. W tym wypadku wystarczy mierzone drgania zdudnić w odbiorniku z odpowiednią wielokrotnością wzorcowej częstotliwości 1 kc/s i policzyć z pomocą zegara wypadkowe dudnienia. Pomiar jest szybszy i dokładniejszy, ponieważ zależy w mniejszym stopniu od dokładności pośrednich pomiarów.

Natężenie pola mierzy się sposobem sygnału porównawczego, przykładanego do znanego oporu w obwodzie anteny ramowej w chwili gdy ramka nie odbiera stacji i dobranego tak, by prąd równał się prądowi otrzymanemu poprzednio przy odbiorze samej stacji. Najsłabszy sygnał, który można w ten sposób z wystarczającą dokładnością zmierzyć, wynosi 10 μV/m. Stosując 18-metrową antenę pionową można zejść aż do 1 μV/m.

Urządzenie do pomiaru głębokości modulacji umożliwia pomiary od 2,5—80%. Opracowane, a częściowo i realizowane — w zależności od funduszów — są projekty modernizacji i rozbudowy, z których np. budowa drugiego wzorca częstotliwości jest już w toku, a budowa urządzeń dla spektrografii wysokiej częstotliwości i odbioru panoramowego — w okresie doświadczeń.

Ipsofon

Ciekawe i bardzo praktyczne zastosowanie zapisywania dźwięków wprowadzono na dużą skalę w Szwajcarii. Urządzenie to nazywa się ipsofonem i zawiera dużą ilość magnetofonów drutowych przeznaczonych do notowania zleceń na sieci telefonicznej. Właściciel telefonu, wychodząc z mieszkania, nakręca przyznany mu numer ipsofonu. Jeśli w czasie jego nieobecności ktoś zadzwoni, w telefonie odzywa się głos mówiący: „Tu jest ipsofon pana X—Y, głos wasz jest automatycznie notowany — proszę mówić!".

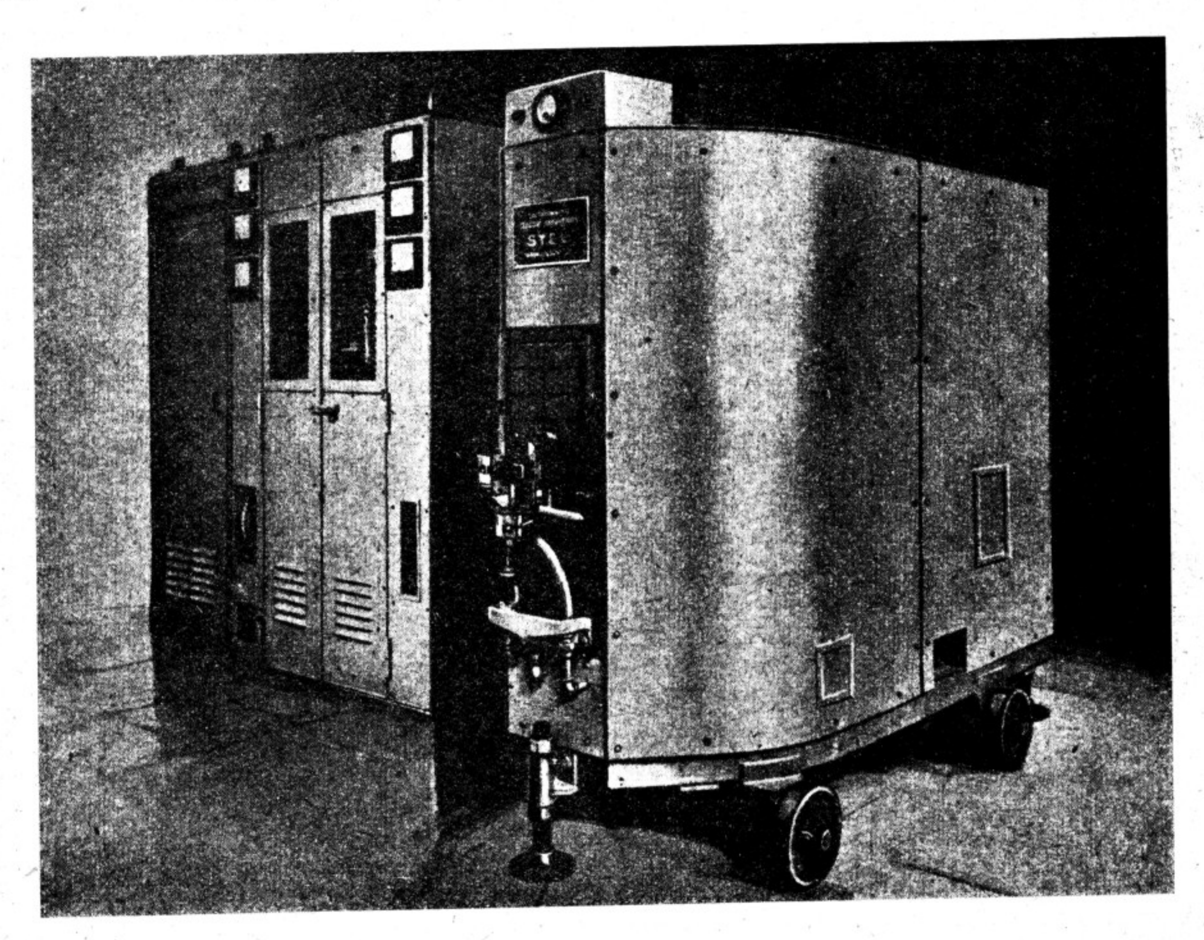
Oczywiście, że takie urządzenie trudno nazwać wynalazkiem, ale zastosowanie jego w szerokiej skali i całkowite zautomatyzowanie jest na pewno niełatwe, dodaje ono jednak służbie telefonicznej dużo atrakcyjności. Właściciel telefonu może na przykład zatelefonować z miasta, połączyć się ze swoim ipsofonem i usłyszeć co na nim jest zanotowane. W tym celu nakręca on specjalny, tajny numer. Może on także napisać swą odpowiedź, np. dla wiadomości swej sekretarki, przy czym dla włączenia obwodu i uruchomienia mechanizmu nagrywania wystarczy mu powiedzieć dwa tajne słowa. Może on również zmazać otrzymaną wiadomość po wysłuchaniu — do tego służy głośne wymienienie dwu innych słów kodowych.

Inż. K. Lewiński

Grzejnictwo elektronowe

Każdy zna trzy klasyczne metody nagrzewania: przez unoszenie, przewodzenie i promieniowanie. W każdym rodzaju musi istnieć źródło, z którego ciepło przechodzi z zewnątrz do wnętrza ciała poprzez jego powierzchnię. Zastosowanie prądów wielkiej częstotliwości zrodziło nową metodę, w której ciepło wytwarza się, rodzi się, w samej masie nagrzewanego ciała.

potem go wyprostować dla otrzymania wysokiego napięcia stałego do zasilania anod — napięcie to przemienią dopiero teraz lampy elektronowe — w prąd zmienny żądanej częstotliwości. I to wszystko tylko po to, aby jakieś przedmioty przed dalszą obróbką — po prostu nagrzać. Musi mieć grzejnictwo elektronowe jakieś bardzo, ale to bardzo poważne zalety, żeby zadawać sobie tyle trudu i kosztów, za-



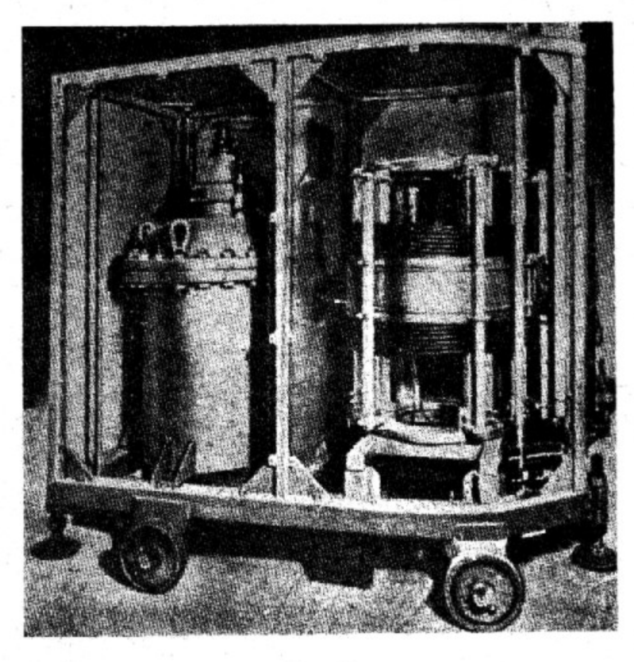
Rys. 1.
Generator do nagrzewania indukcyjnego, stosowany do hartowania powierzchniowego. Dostarcza prądu 2000 amperów w obwodzie rezonansowym, przy częstotliwości 350000 c/s. Moc 100 KW

Nazwaliśmy tę nową metodę grzejnictwem elektronowym, ponieważ źródłem energii są lampy elektronowe. Oczywiście zdawać się może, że jest to źródło niezmiernie kosztowne i nieekonomiczne. Zastanówmy się bowiem jakie koleje musi przejść podstawowe źródło energii, na przykład węgiel, zanim zostanie ono zużyte w powyższy sposób. Należy więc spalić węgiel pod kotłami, uzyskać prąd elektryczny częstotliwości przemysłowej (50 c/s), miast po prostu i zwyczajnie — nagrzewać bezpośrednio i po prostu węglem.

Zalety te muszą być rzeczywiście wielkie, skoro uświadomimy sobie, że moc generatorów wielkiej częstotliwości, jaka obecnie jest zainstalowana na całym świecie, przekracza z całą pewnością cyfrę 600 000 kilowatów. Nie wiem dokładnie jaka jest globalna moc wszystkich stacji nadawczych, ale nie przekracza ona chyba cyfry 50 000 kilowatów. Oczywiście, że moc

nie wyznacza sama przez się znaczenia danej gałęzi techniki, ale w tym wypadku daje obraz rozmachu jaki obserwujemy w tej nowej gałęzi radiotechniki.

Grzejnictwo elektronowe nie jest oczywiście czymś zupełnie nowym. Datuje się ono od tej samej prawie chwili kiedy wynaleziono a przynajmniej rozpoczęto na szerszą skalę produkcję lamp elektronowych. Metalowe bowiem części lampy, anoda, siatki, przewody doprowadzające wymagają dla dokładnego odgazowania aby je podgrzać do czerwoności, a nawet do białości, celem wypędzenia okludowanych gazów. Ponieważ te części metalowe znajdują się w próżni, zamknięte w szklanej bańce, nie ma innego sposobu ich nagrzewania jak indukcyjnie, przy pomocy prądów wirowych, przy użyciu prądów wielkiej częstotliwości.



Rys. 2.

Obwód drgający generatora z rys. 1, składający się z kondensatora obrotowego wypełnionego olejem oraz cewki chłodzonej wodą.

Fabryki lamp miały wykwalifikowany personel radiotechników, wykonanie i obsługa takich generatorów nie przedstawiały więc większych trudności — zresztą nie było innego wyjścia, a wydatek był wliczony w cenę lampy. Użycie jednak tej metody, tam gdzie w grę wchodziły przedmioty w próżni, wydawało się tak absurdalne, że minęły długie dziesiątki lat zanim, że się tak wyrazimy — nastąpił wybuch, jeśli nie nowej techniki grzejnictwa, to przynajmniej jej zastosowania na olbrzymią, jak już wiemy z przytoczonych cyfr, skalę.

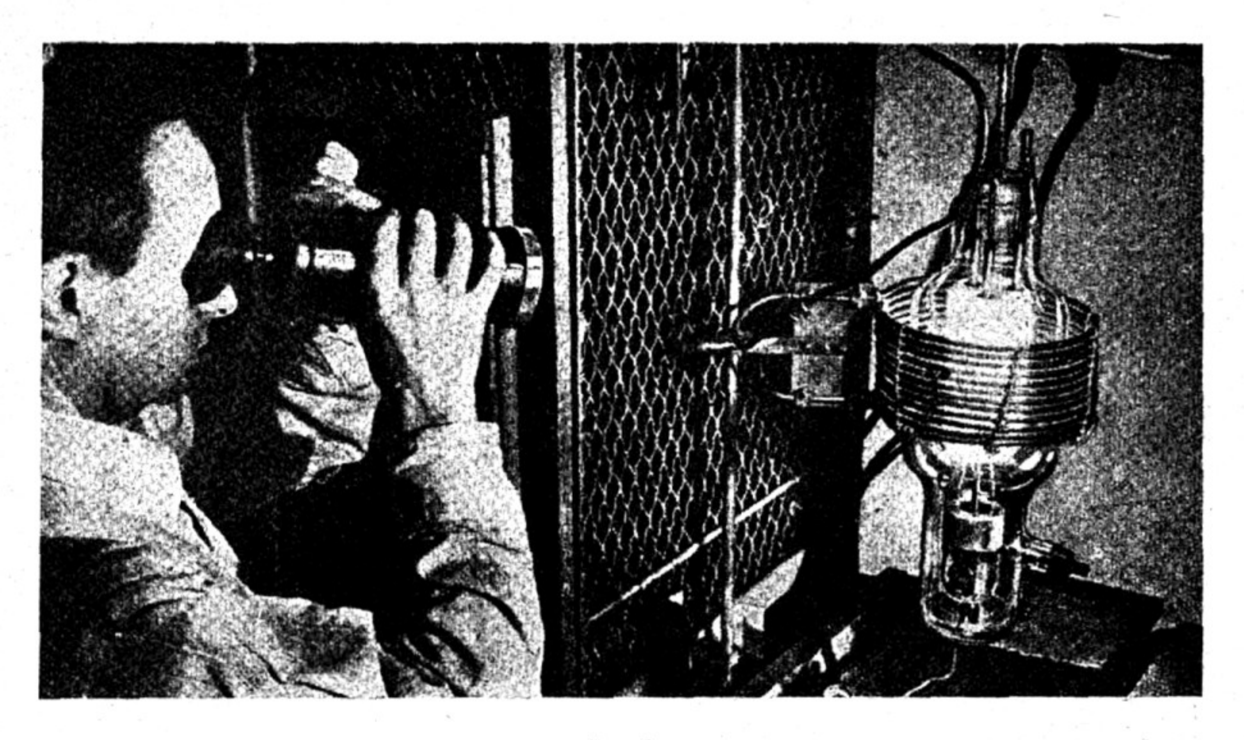
Przyczyną tej niespodziewanej zmiany była, jak i w innych dziedzinach (np. technika rakietowa, rozbicie atomów, nowe lekarstwa itd.) — wojna. Z chwilą zajęcia głównego źródła cyny — Malajów przez Japończyków, ważny ten surowiec stał się deficytowym i trzeba go było oszczędzać. Ponieważ np. puszki do konserw muszą być wewnątrz „pobielane", czyli cynowane, brak cyny mógł postawić zaopatrzenie armii na całym świecie w krytycznej sytuacji. W tych warunkach koszt metody, która mogłaby się przyczynić do oszczędności cyny, nie grał oczywiście żadnej roli. Pobielanie blachy na wielką skalę robi się w ten sposób, że wprost w walcowni nieskończona rola blachy wchodzi do kąpieli galwanicznej, skąd wychodzi pokryta warstwą cyny. Ponieważ jednak warstewka cyny jest konsystencji dość porowatej, trzeba dawać cyny stosunkowo grubo, tak aby pory nie sięgały blachy (żelaznej), w przeciwnym bowiem wypadku powstanie rdza i produkty się psują. Zastosowano więc następującą metodę: z kąpieli galwanicznej wychodząca blacha przechodziła przez wielki odpowiednio spłaszczony zwój cewki, przez który przepływał silny prąd wielkiej częstotliwości. Cyna roztapiała się, gdy blacha wchodziła między walce, które przyprasowywały cynę do podłoża blaszanego, dając lśniącą, już nieporowatą, równiutką warstewkę cyny. Dzięki temu można było warstwę cyny scienić i uzyskana w ten sposób oszczędność sięgała 40 a nawet 60%.

Przemysł radiotechniczny dostarczył odpowiednich generatorów, obliczonych na pracę ciągłą, zautomatyzowanych, przeznaczonych dla obsługi, choć może wykwalifikowanej, ale przecież nie na poziomie inżynierów lub techników, którzy obsługują i kontrolują radiostacje.

W międzyczasie okazało się, że grzejnictwo elektronowe nie tylko spełnia najważniejszy postulat oszczędności cyny, ale daje lepszy produkt i — w tym była największa niespodzianka — przyczynia się do potanienia a nie podrożenia produkcji.

Od tej chwili rozwój nowej techniki był lawinowy. Wynajdywano coraz to nowe pole zastosowania, a przemysł radiotechniczny dostarczał coraz lepszych generatorów dostosowanych do wszystkich potrzeb. Specjalne lampy generacyjne i prostownicze i specjalne części szybko zaczęły zajmować poważne miejsce w produkcji, zaś technicy myślący kategoriami grzejnictwa — nowe pole pracy. Inne kraje nie pozostały w tyle i Czytelników zainteresuje fakt, że blachy pancerne słynnych czołgów radzieckich były hartowane przy pomocy grzejnictwa elektronowego.

Po tym wstępie, który — mam nadzieję — przekonał Czytelników o ważności i rozpowszechnieniu grzejnictwa elektronowego, omówimy bliżej jego zasadę i zastosowanie.



Rys. 3.
Wygrzewanie anody etc. lampy nadawczej prądami wirowymi. Temperaturę kontroluje się pirometrem optycznym

Grzejnictwo elektronowe dzieli się na dwa główne działy, zależnie od nagrzewanych obiektów. Przewodniki, a więc metale, nagrzewa się przez indukcję, umieszczając w polu magnetycznym cewki, przez które przebiegają prądy wielkiej częstotliwości. Źródłem energii jest lampa elektronowa, w anodzie której jest obwód rezonansowy. Różnica między wykonaniem takiego układu dla grzejnictwa a dla stacji nadawczych polega na tym, że stosuje się tu zawsze generatory samowzbudne, ponieważ stałość częstotliwości nie odgrywa tutaj większej roli, a chodzi o prostotę i oszczędność. W nadajnikach moc zużywa się na wypromieniowanie energii za pomocą anteny, w generatorach grzejnych moc zużywa się na nagrzanie materiału.

Materiały niemetaliczne, nieprzewodzące umieszcza się w polu elektrycznym między dwiema okładzinami kondensatora. Obiekt stanowi, przynajmniej częściowo, dielektryk kondensatora obwodu strojonego anody i przebiegają przezeń prądy wielkiej częstotliwości.

Właściwości grzejnictwa elektronowego

W streszczeniu dadzą się one ująć w następujące punkty:

Ponieważ energia elektryczna zmienia się w ciepło w samym ładunku, można więc osiągnąć wysokie temperatury zależnie od włożonej mocy bez większych strat na otoczenie. Zauważyć przy tym należy, że najwyższa temperatura wywiązuje się tym samym w materiale nagrzewanym a nie w źródle ciepła.

Sprawność energetyczna, tzn. stosunek mocy zużytej do mocy pobranej z sieci elektrycznej, jest wysoka, wynosi mianowicie około 50%. Energię wielkiej częstotliwości uzyskuje się mianowicie ze sprawnością około 60%, zaś przemiana jej na ciepło zachodzi ze sprawnością aż 90%, co wynika z charakteru uzyskiwania ciepła.

Szybkość nagrzewania jest ogromna, wielokrotnie większa niż przy jakimkolwiek innym systemie, nawet przy palniku acetylenowym.

Nie ma konieczności zetknięcia między ładunkiem a źródłem energii, zwojnicą czy okładzinami. Przy wielkiej więc szybkości działania można nagrzewać przedmioty na posuwającej się taśmie. System taśmowy przyjął się powszechnie w produkcji jako najbardziej ekonomiczny, nadaje się on przy tym do całkowitej lub częściowej automatyzacji i obsługi przez siły średnio - wykwalifikowane.

Cała operacja nagrzewania jest pod ścisłą kontrolą, mamy bowiem łatwą możność operowania mocą, częstotliwością, czasem nagrzewania i pozycją przedmiotu. Można więc nagrzewać bądź całość ładunku, bądź jego powierzchnię lub jej wybraną część.

Czystość w pracy, brak szkodliwych gazów, umiarkowana temperatura otoczenia oraz nie-

wielkie zapotrzebowanie na miejsce są też poważną atrakcją grzejnictwa elektronowego.

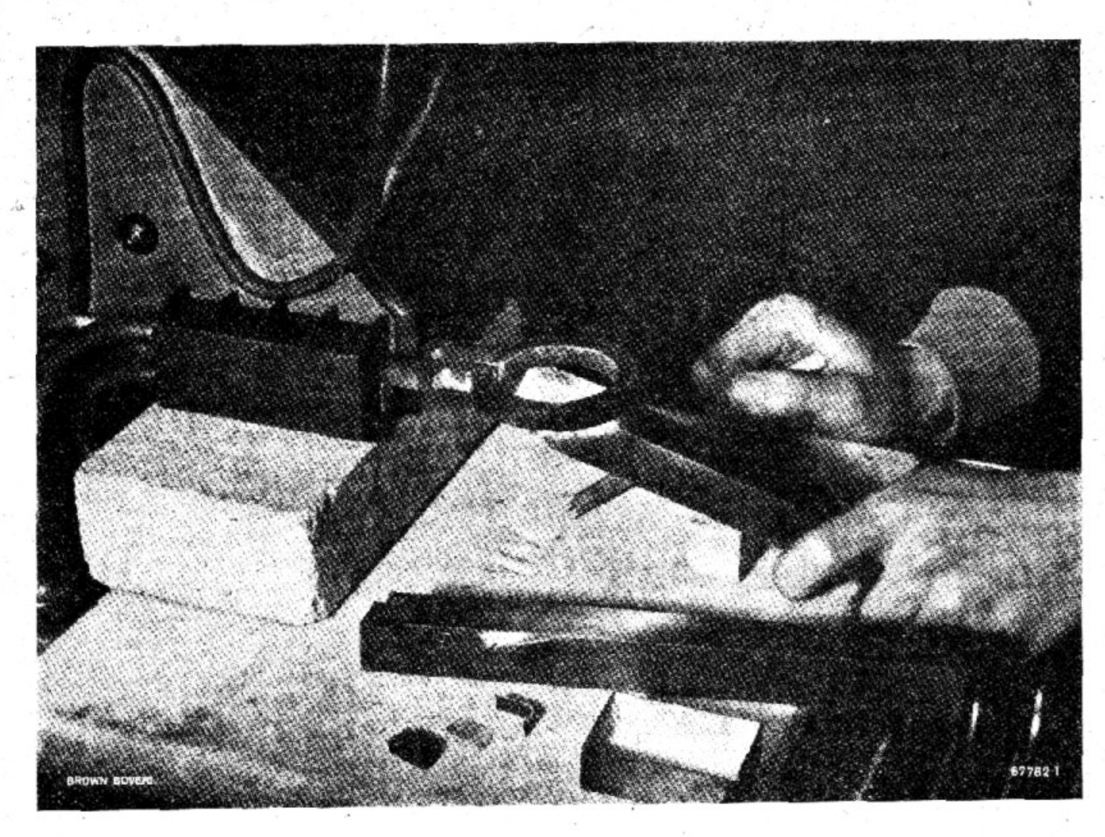
Omówimy teraz bliższe dane obu rodzajów nagrzewania prądami wielkiej częstotliwości.

Nagrzewanie indukcyjne

Z chwilą gdy metal dostanie się w pole magnetyczne zmienne, nagrzeje się on na skutek dwu odrębnych zjawisk. Jednym z nich jest histereza magnetyczna. Cząsteczki metalu sprzeciwiają się mianowicie wszelkim zmianom stanu namagnesowania i na pokonanie tego oporu (tarcie cząsteczek zmieniających swą pozycję) trzeba energii, która z kolei zasą prądy wirowe, jakie indukuje w nim pole zmienne cewki. Jeśli jest to pole wysokiej częstotliwości, występuje „naskórkowość" t.j. gromadzenie się prądu na powierzchni metalu. Prąd jest największy na powierzchni i natężenie jego spada idąc w głąb metalu, według prawa wykładniczego. Steinmetz obliczył tzw. głębokość przenikania **d** która wynosi:

$$d = 5300 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \text{ cm}$$

gdzie ρ — przewodność właściwa metalu, μ — jego przenikliwość magnetyczna, f — częstotliwość.



Rys. 4.
Nakładki ze stali węglikowej (Widia) spawa się do noży tokarskich prądami wielkiej częstotliwości. Operacja trwa 20 sekund i metale nie tracą swych własności

mienia się w ciepło. Dotyczy to oczywiście materiałów magnetycznych a przede wszystkim żelaza. Ale nawet żelazo posiada własności magnetyczne tylko do pewnej temperatury a mianowicie 768°C (tzw. punkt Curie). Po przekroczeniu tej krytycznej temperatury, która przecież jest jeszcze o wiele poniżej temperatury topnienia żelaza (1530°C), a nawet poniżej temperatury w jakiej się hartuje stal, nagrzewanie żelaza *nie może* wykorzystywać już histerezy.

Drugim powodem nagrzewania metalu — i to już obojętne czy magnetycznego, czy też nie —

Nagrzewanie przewodnika zależy od jego *oporności*, a ta z kolei zależy od przewodności właściwej oraz przekroju, za który tu przyjmiemy warstwę o grubości **d**, ponieważ w tej właśnie cienkiej warstewce płynie prąd. **d** zaś z kolei zależy znowu od oporności właściwej, która zmienia się z temperaturą, od przenikliwości magnetycznej, która jak już wiemy zależy również silnie od temperatury, posiada bowiem wartość początkową rzędu 100 a powyżej punktu Curie zaledwie 1. Spadek ten w niewielkiej tylko mierze jest skompensowany przez wzrost *oporności* ρ około **10 razy.**

Widzimy więc, że nadejście punktu Curie pociąga za sobą znaczne zmniejszenie wywiązywania się ciepła w metalu i zwiększenie głębokości przenikania. Gdy to jest niepożądane, kompensuje się te zmiany oddziałując na przyłożoną moc i na częstotliwość f.

Właściwości grzejnictwa indukcyjnego pozwalają więc na nagrzewanie bądź powierzchniowe, bądź na wskroś — zależnie od częstotliwości, mocy i czasu nagrzewania, tymi zaś elementami możemy manipulować przy pomocy przycisków lub pokręteł, względnie nawet automatycznie, dzięki czemu zapewniona jest powtarzalność rezultatów a więc jednolitość produktu.

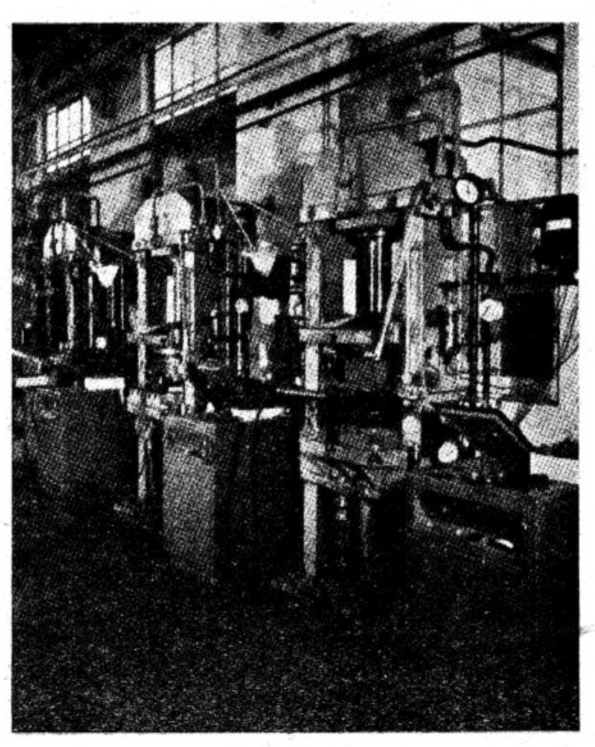
Gęstości mocy są ogromne: zależnie od zastosowania sięgają 250 do 2500 watów na centymetr kwadratowy, można nawet uzyskać do 20000 watów/cm². Najsilniejszy piec daje 150 wat./cm² a najpotężniejsze źródło ciepła, mianowicie palnik acetylenowy — 2000 wat./cm², ale tylko na przestrzeni kilku lub najwyżej kilkunastu milimetrów kw.

Częstotliwości stosowane w grzejnictwie indukcyjnym zawierają się najczęściej w granicach od 6 do 15 kc/s (dla topienia metali) i od 200 kc/s do 1000 kc/s dla nagrzewania powierzchniowego.

Najbardziej rozpowszechnionym zastosowaniem nagrzewania indukcyjnego jest hartowanie powierzchniowe. Uzyskane w ten sposób wyroby stalowe nie są kruche, zaś ich powierzchnia jest utwardzona. Dawniej stosowano w tym celu tzw. cementację, kosztowną, powolną, do której należało używać stali specjalnych. Przy hartowaniu elektronowym wystarczają najczęściej zwykłe znormalizowane gatunki stali, te same a nawet lepsze wyniki uzyskuje się przy mniejszej ilości metalu. Poza tym można hartować kolejno różne części przedmiotu, np. poszczególne zęby wielkich kół zębatych i to w czasie, jak wiadomo, niesłychanie krótkim. Hartowanie odbywa się normalnie w ten sposób, że obiekt lub jego część zostaje nagrzany do ściśle określonej temperatury a potem wrzucony do kąpieli oliwnej lub wodnej. Przy hartowaniu wielką częstotliwością często stosują natrysk wodny lub, ponieważ nagrzewa się tylko powierzchnię a cały metal jest chłodny, nawet i to jest często zbyteczne, przedmiot chłodzi się sam bardzo szybko.

Spawanie na srebro lub tp. za pomocą wielkiej częstotliwości znalazło duże zastosowanie w masowej produkcji. Ponieważ miejsce spawania jest bardzo mocne, można wykonywać ekonomicznie wiele przedmiotów z części, zamiast z jednego kawałka. Spawanie tą metodą jest nadzwyczaj proste: dwie części powleczone pastą i przełożone cienką blaszką srebrną przechodzą do zwojnicy grzejnej. Załączenie na chwilę — pięć do dwudziestu sekund — srebro roztapia się i wypełnia sobą złącze. Części spawane zaś nie rozgrzewają się prawie, nie deformują się więc ani oksydują a ich własności mechaniczne nie ulegają zmianie. W ten sposób np. można, za pomocą generatora 3 kw, spawać 3000 sztuk pudełek blaszanych na godzinę, przy zatrudnieniu jednego pracownika. Potrzeba dziesięciu do dwudziestu pracowników, aby zrobić to samo dawnymi metodami, przy czym wygląd i w ogóle jakość nowoczesnych wyrobów jest nieporównana.

Do topienia niewielkich stosunkowo ilości metalu również używa się pieców indukcyjnych, niższej jednak częstotliwości, od 6 do 15 kc/s. Czystość, szybkość, precyzja i ścisła



Rys. 5.

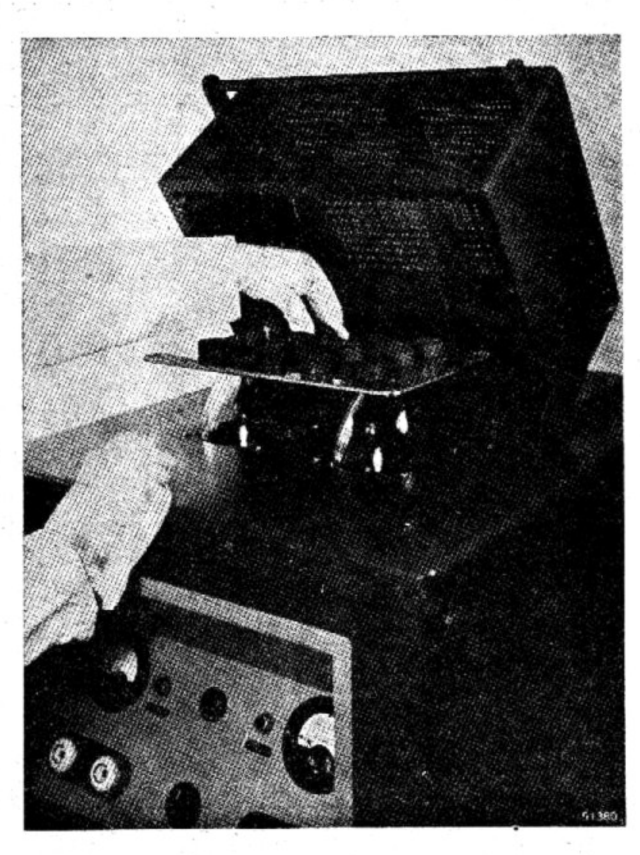
Fabryka części prasowanych z plastyków. Każda prasa ma swój generator 1 KW do podgrzewania dielektrycznego. Produkcja fabryki wzrosła 3-krotnie po zainstalowaniu pieców elektronowych.

powtarzalność rezultatów tej metody stawiają ją na czele postępu. Piec do topienia metalu jest zrobiony z materiału refrakcyjnego, naokoło zaś niego znajduje się zwojnica, przez którą przepływa prąd zmienny w. cz. Zwojnica zrobiona jest z rury miedzianej, przez którą pędzi prąd wody chłodzącej. Chłodzenie zwojnicy jest konieczne przy większych mocach.

Z innych, coraz liczniejszych zastosowań wymienimy spiekanie metali proszkowanych, lutowanie metalu do szkła lub ceramiki itd.

Nagrzewanie dielektryczne

Do nagrzewania nieprzewodników stosuje się nagrzewanie dielektryczne. Przedmiot umieszcza się pomiędzy metalowymi okładzinami dołączonymi do źródła napięcia w. cz. Przepływający prąd nagrzewa przedmiot naskutek strat dielektrycznych. Ponieważ prąd ten jest tym większy im wyższa jest częstotliwość, stosuje się tutaj częstotliwość rzędu 5 do 30 milionów c/s (fale rzędu 50 do 10 mtr.). W niektórych zastosowaniach użyto częstotliwości nawet 20 milionów c/s ($\lambda = 1{,}5$ mtr).



Rys. 6.
Generator 2 KW do podgrzewania dielektrycznego części prasowanych z plastyku.

Nagrzewanie dielektryczne różni się od nagrzewania indukcyjnego tym przede wszystkim, że nie ma tu naskórkowości — masa nagrzewa się na wskroś, równomiernie, jeśli materiał jest równomierny. Gęstość mocy sięga tu 1 do 7 watów na cm^3, co pozwala na osiągnięcie szybkości nagrzewania od 0,5 do 5°C na sekundę, o wiele większej niż w jakiejkolwiek innej metodzie. Miejsce nagrzewania może i tu być ściśle kontrolowane.

Kilka praktycznych zastosowań wykaże zalety i wartość użytkową grzejnictwa dielektrycznego. Na pierwszym miejscu wymienimy klejenie dykty drzewnej. Ponieważ drzewo jest złym przewodnikiem ciepła, aby go nagrzać na wskroś bez zniekształceń, trzeba było długiego czasu. Obecnie ciepło wytwarza się wewnątrz a rezultat jest taki, że jeśli przed tym nagrzanie trwało 4 godziny, to przy metodzie wielkiej częstotliwości trwa ono 2 minuty, przy czym klej, odpowiednio dobrany nagrzewa się mocniej, z wielką korzyścią dla solidności dykty. Wspomnimy tutaj, że słynne samoloty brytyjskie Moskito były zrobione z dykty klejonej pod ciśnieniem tą właśnie metodą.

Drugim, niemniej ważnym, zastosowaniem tego systemu, jest podgrzewanie plastyków przed wprowadzeniem do pras. Uzyskuje się w ten sposób szybkie i równomierne nagrzanie na wskroś, rozmiękczenie i po sprasowaniu równomierne stwardnienie, bez słabych miejsc, pęknięć itp...

Z innych zastosowań wymienimy np. zlepianie, zamiast zszywania damskich płaszczy z materiałów syntetycznych (elektronowa maszyna do „szycia"), wulkanizację kauczuku, sterylizację i dezynfekcję produktów żywnościowych, fabrykację papierów specjalnych, stapianie szkła i wreszcie kuchnię elektronową. Potrawę po sporządzeniu zamraża się, zaś tuż przed podaniem wstawia się na chwilę (30 do 120 sekund) do zautomatyzowanego pieca dielektrycznego w. cz., po czym nagrzaną wraz z talerzem, lecz nieodpakowaną z celofanu, podaje się tak, jakby była przed chwilą ugotowana. Ma to coraz większe zastosowanie w wielkich restauracjach oraz wagonach restauracyjnych i samolotach. Grzejnictwo dielektryczne nastawia się na coraz to krótsze fale, w pewnych zastosowaniach użyto np. fali 50 cm (600 miln. c/s).

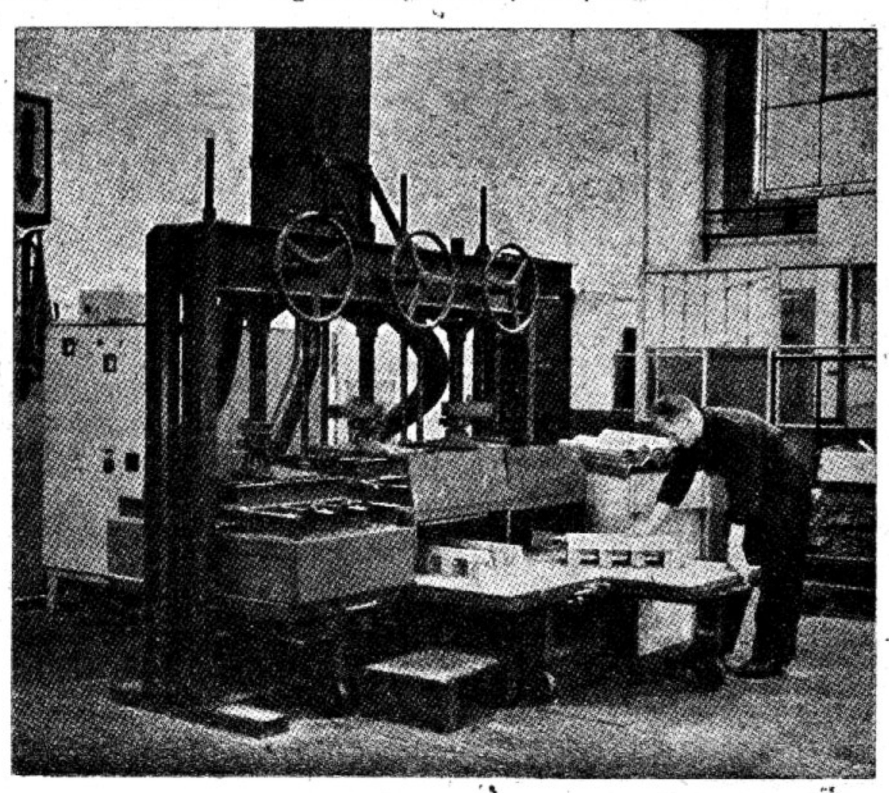
Instalacje grzejnictwa elektronowego

Aparatury do grzejnictwa elektronowego składają się z lamp nadawczych i prostowniczych, obwodów, transformatorów, zabezpieczeń automatycznych, wyłączników itd. Buduje się je w postaci mniejszych lub większych szaf metalowych, które poza konstrukcją mechaniczną oraz zamknięciem urządzeń pod wysokim napięciem, ekranują generatory i nie pozwalają na promieniowanie energii w przestrzeń. Już bowiem ułamek procentu mocy przypadkowo wypromieniowany, a o to nietrudno — dawałby poważne zakłócenia w odbiorze. Toteż władze państwowe uzależniają pozwolenie na instalowanie generatorów od spełnienia surowych wymagań pod względem ekranowania, potwierdzonych próbami na miejscu.

Generatory są zawsze samowzbudne w układzie Hartley'a lub Colpitts'a. Lampy więk-

szych instalacji są przeważnie chłodzone wodą. Tę wodę (destylowaną) z kolei ochładza się wentylatorami. Również zwojnice są często chłodzone tą samą wodą. Moce jakie wchodzą w grę wahają się od 2 do 200 KW. Prostowniki przeważnie stosują lampy rtęciowe, zabezpieczone szybkodziałającymi przekaźnikami mechanicznymi lub elektronowymi. Do kontrolowania czasu nagrzewania służą mechaniczne lub elektryczne przerywacze czasowe, zaś przy czasach rzędu sekund — elektronowe.

W krótkim czasie grzejnictwo elektronowe objęło szeroki zakres zastosowań przemysłowych i tendencja rozwojowa trwa nadal. Jest to obecnie ważne pole do pracy dla radiotechników i przemysłu radiowego, na którym ciąży obowiązek dostarczenia innym przemysłom tego nowego narzędzia pracy.



Rys. 7. Potrójna prasa do klejenia i wyginania części skrzynek radiowych. Z tyłu generator wysokiej częstotliwości.

I. I. Teumin

Promieniowanie impulsowe

W ostatnich latach rozwija się szybko i znajduje coraz szersze zastosowanie nowa gałęź radiotechniki — radiotechnika impulsowa.

Ta nowa gałęź ogarnia te rodzaje zastosowania radia, które opierają się na wypromieniowaniu elektromagnetycznej energii przez nadajnik nie w formie ciągłych drgań, jak to działo się dotąd, lecz w postaci oddzielnych, krótkich impulsów z krótszymi lub dłuższymi przerwami. W przerwach tych nadajnik nie promieniuje energii.

Tak nieistotna na pierwszy rzut oka różnica, jak promieniowanie oddzielnych impulsów, zamiast ciągłych drgań, daje pod wielu względami niezmiernie ważne korzyści i odkrywa przed rozwojem radia nowe szerokie perspektywy.

Ściśle mówiąc, promieniowanie impulsowe, t. j. promieniowanie energii oddzielnymi porcjami nie jest nowością. Typ promieniowania, który stosowano w pierwszym okresie istnienia radiotechniki, był także w pewnym sensie impulsowy. Nadajniki pracowały wtedy przy pomocy drgań gasnących, które nie są promieniowaniem ciągłym, a składają się z oddzielnych serii szybko znikających drgań. Dlatego można na nadajniki iskrowe patrzeć jak na impulsowe. Nawet później stosowane lampowe nadajniki telegraficzne, które pracowały przy pomocy drgań niegasnących, można również zaliczyć do impulsowych, ponieważ promieniują one energię tylko w momentach odpowiadających kropkom i kreskom alfabetu Morse'a, w przerwach zaś między tymi znakami nie promieniują.

Nadawanie jednak przy pomocy fal gasną-

cych i nadawanie telegraficzne falami niegasnącymi nie ma tych cech charakterystycznych, które są właściwe nadawaniu impulsowemu, stosowanemu obecnie i które przed radiotechniką otwarły nowe perspektywy rozwojowe.

To promieniowanie impulsowe charakteryzuje się niezwykłą krótkotrwałością impulsu wahającą się od kilku dziesiątych mikrosekundy do kilku mikrosekund, w rzadkich zaś wypadkach do kilkudziesięciu mikrosekund, z przerwami między impulsami rzędu milisekund. W ten sposób nadajnik impulsowy większą część czasu nie pracuje, włączając się i promieniując energię tylko w krótkich chwilach mierzonych milionowymi częściami sekundy. Mimo że ilość takich oddzielnych impulsów może sięgać kilku tysięcy na sekundę, ogólny czas promieniowania bywa krótszy od czasu spokoju (brak promieniowania) tysiące razy.

Na co jest potrzebne takie impulsowe promieniowanie, gdzie i jak się z niego korzysta i jakie są jego właściwości?

Pierwszym praktycznym zastosowaniem promieniowania impulsowego, które i dzisiaj nie straciło na ważności, było badanie warunków rozchodzenia się fal radiowych i wybór fali najwygodniejszej w zależności od zmian tych warunków.

Jak wiadomo, rozchodzenie się fal radiowych, w szczególności krótkich, w znacznym stopniu zależy od stanu silnie zjonizowanej części górnych warstw atmosfery t. zw. jonosfery, której główne warstwy leżą na wysokościach około 120 i 220 km. Warstwy te częściowo pochłaniają energię elektromagnetyczną, częściowo zaś odbijają i tym samym wpływają na warunki rozchodzenia się fal radiowych i na możliwość nawiązania łączności radiowej.

Wysokość i właściwości zjonizowanych warstw atmosfery zmieniają się w pewnych granicach w zależności od pory roku, godziny i intensywności działalności słonecznej, w związku z czym zmieniają się i warunki rozchodzenia się fal. Dlatego dla zabezpieczenia nienaruszonej łączności radiowej ma wielkie znaczenie możliwość mierzenia wysokości warstw odbijających i kontrolowania ich zdolności odbijania fal radiowych różnej długości.

Obserwacje te wykonuje się na tzw. stacjach jonosferycznych. Nadajnik takiej stacji wypromieniowuje fale radiowe różnej długości krótkimi impulsami. Te bardzo krótkie impulsy rzędu 1.10^{-4} — 3.10^{-4} sek. po odbiciu od warstwy zjonizowanej przyjmowane są przez odbiornik i obserwowane na ekranie oscylografu.

Ponieważ między chwilami wysyłki impulsu i odbioru odbitego impulsu upływa pewien czas, zależny od oddalenia od odbijającej warstwy, to na ekranie oscylografu można odczytać to oddalenie jako długość (w określonej skali) odcinka osiowego między impulsem wysłanym i odbitym.

Takie impulsowe „sondowanie" górnych warstw atmosfery daje — prócz rozwiązania zasadniczego problemu — możność wnioskowania o wszystkich zakłóceniach i anomaliach rozchodzenia się fal radiowych. Przy tak zwanych „zaburzeniach" jonosferycznych odbite impulsy nieustannie przesuwają się na skali zmieniając swą amplitudę i szerokość.

Systematyczne obserwacje prowadzone przez sieć stacji jonosferycznych mają wielkie znaczenie praktyczne i naukowe.

Drugą dziedziną zastosowania techniki impulsowej jest radiolokacja, która szybko rozwinęła się i rozszerzyła w czasie drugiej wojny światowej.

Radiolokacja pozwala wykryć i określić położenie przedmiotów (samolotów, okrętów, rzeźby powierzchni ziemi, różnych budowli), które odbijają impuls wysłany przez nadajnik.

Kierunek promieniowania może się zmieniać i w ten sposób „sonduje się" otaczającą przestrzeń.

Stosując ekran radarowy, t. j. lampę oscylograficzną „panoramiczną" z promieniowo-obrotowym kierunkiem przesuwania plamki świetlnej, można otrzymać mapę miejscowości, nad którą leci samolot. Pozwala to na realizowanie nocnych bombardowań „widocznych" obiektów z dużej wysokości i określanie położenia samolotu przy nocnych lotach, a także we mgle i chmurach.

W ogóle możliwości, które daje radiolokacja, są bardzo różnorodne. Prócz wykrywania wrogich samolotów lub okrętów, niewidocznych w zwykły sposób (np. w nocy) można przy pomocy radiolokatora prowadzić obstrzał oddalonego niewidocznego celu i określać odległość od niego.

Urządzenia radiolokacyjne znajdują bardzo szerokie zastosowanie i w pokojowym okresie. Przede wszystkim trzeba wymienić określanie z samolotu jego wysokości nad ziemią, możliwość pływania we mgle i w nocy, zapobieganie zderzeniom okrętów przy złej widoczności i t. p.

Równie łatwo można dokonać pomiaru odległości okrętów od tego lub innego punktu wybrzeża przy pomocy wysyłki impulsu i obserwacji jego odbicia.

Stacja radiolokacyjna wysyła w przestrzeń impuls, który po dojściu do odbijającego przedmiotu wraca z powrotem, po czym stacja wysyła drugi impuls i t. d. W ten sposób stacja wysyła kilka tysięcy impulsów na sekundę, zależnie od odległości od przedmiotu.

Długość trwania promieniowanych impulsów jest rzędu 10^{-6} sekundy. W ten sposób nadajnik większą część czasu jest wyłączony i pro-

mieniowania przezeń średnia moc jest stosunkowo niewielka. Ta okoliczność pozwala znacznie zwiększyć moc impulsu przy niedużej mocy ogólnej nadajnika i jego zasilaczy.

Moc promieniowanego impulsu sięga setek kilowatów, przy średniej mocy nadajnika tysiące razy mniejszej.

Odległość działania urządzeń radiolokacyjnych waha się zależnie od ich przeznaczenia, położenia obserwowanego przedmiotu i samej stacji i sięga setek kilometrów.

Konieczność promieniowania wąskokierunkowego, które łatwo uzyskać na falach decymetrowych i centymetrowych przy pomocy niewielkich anten, a także osobliwości przechodzenia i wzmocnienia bardzo krótkich impulsów w różnych obwodach urządzeń lokacyjnych zmuszają do przeniesienia zakresów częstotliwości używanych w radiolokacji ku falom centymetrowym.

Następną dziedziną, w której stosuje się promieniowanie impulsowe, jest telewizja. Jak wiadomo, współczesna telewizja opiera się na szybkim kolejnym nadawaniu poszczególnych elementów obrazu. Te różnej jasności elementy tworzą na ekranie lampy telewizyjnej przyjęty obraz. Aby przesuwanie promienia w lampie odbiorczej odbywało się w sposób właściwy, nadajnik wysyła specjalne synchronizujące impulsy. Długość ich wynosi około 10^{-5} sekundy. Tak krótkie impulsy wysyła się na wystarczająco wysokich częstotliwościach (długość fali rzędu 5 — 7 m), przy których można osiągnąć dostatecznie niezniekształcone nadawanie tych impulsów.

Podczas drugiej wojny światowej pojawił się nowy typ łączności radiowej na falach centymetrowych wykorzystujący również promieniowanie impulsowe. Jest to tzw. modulacja impulsowa, którą słuszniej byłoby nazwać modulacją impulsów.

Nadajnik promieniuje przy tym impulsy długości kilku dziesiątych mikrosekundy lub paru mikrosekund.

Amplituda, częstotliwość i faza promieniowanych drgań wysokiej częstotliwości, z których składają się impulsy, pozostają przy tym stałe.

Impuls jako całość podlega działaniu modulującego napięcia. Zazwyczaj zmienia ono częstość powtarzania impulsów, fazę ich pojawiania się lub szerokość. Ze zmieniających się w ten sposób impulsów w miejscu odbioru wydziela się w specjalny sposób modulujący sygnał.

Dla nadania rozmowy telefonicznej trzeba przekazywać nie mniej niż 8 — 10.000 impulsów na sekundę. Mimo, że rozmowa telefoniczna „kruszy się“ przy tym na impulsy i nadaje „kawałkami“, praktycznie nie wyczuwa się zniekształceń mowy.

Przerwy między impulsami (rzędu 100 mikrosekund) można wypełnić szeregiem innych serii impulsów dla jednoczesnego nadawania i odbioru kilku rozmów telefonicznych przez jeden i ten sam nadajnik i odbiornik. Tak więc można zrealizować tzw. wielokanałowe nadawanie, przy którym impulsy każdego kanału poddaje się odrębnej modulacji, a na miejscu odbioru każdy abonent przyjmuje tylko impulsy swojego kanału, t. j. potrzebną mu modulację.

Sygnał impulsowo modulowany jest mało wrażliwy na przeszkody, a nadawanie impulsowe pozwala na stosunkowo proste uzyskanie łączności wielokanałowej. Ponieważ niezniekształcone nadawanie tak krótkich impulsów wymaga wstęgi o szerokości rzędu megacykli, to nadawanie przy pomocy modulacji impulsowej można prowadzić tylko na zakresach decymetrowym i centymetrowym, a to ogranicza łączność do niewielkich odległości.

W tych zakresach łączność możliwa jest tylko w granicach widzialności. Dlatego dla nawiązania łączności przekraczającej te granice stosuje się nadawczo - odbiorcze stacje retranslacyjne o ostrym pęku promieniowania, rozstawione łańcuchem w odległościach bezpośredniej widzialności. Są to wieże kilkudziesięciometrowej wysokości, odległe od siebie zależnie od ukształtowania powierzchni ziemi, o 40 — 80 kilometrów.

Radiotranslacyjne linie wielokanałowe mają znaczną przewagę nad liniami przewodowymi.

Impulsowe nadawanie wielokanałowe można też zastosować dla wieloprogramowej radiofonizacji dużych miast. Nadajnik wysyła wtedy impulsy, tak lub inaczej modulowane, przy czym ilość wysyłanych serii impulsów pokrywa się z ilością nadawanych programów. W ten sposób elementy każdego programu nadaje się kolejno jeden po drugim, a w miejscu odbioru można przy pomocy stosunkowo prostego urządzenia wydzielić impulsy niosące pożądany program. Słuchacz musi tylko mieć prosty odbiornik nadający się do odbioru miejscowych stacji.

Zastosowanie impulsowego promieniowania w postaci modulowanych impulsów otwiera nęcące perspektywy przed nadawaniem przestrzennym czyli stereofonicznym, które daje złudzenie normalnego bezpośredniego wrażenia dźwięków.

W tym celu w miejscu rozchodzenia się dźwięku (studio, teatr) ustawia się w dwóch różnych punktach mikrofony, z których każdy kolejno (impulsowo) przez oddzielny wzmacniacz moduluje nadajnik. W ten sposób jeden i ten sam program przekazywany jest i przyjmowany przez jeden nadajnik i odbiornik z dwóch miejsc i przy odbiorze powstaje efekt przestrzennego dwięku.

Wspomnijmy też o interesującej możliwości zastosowania modulacji impulsowej dla nada-

wania na jednej fali programu telewizyjnego i towarzyszącego mu dźwięku. Odpada więc konieczność posiadania dwóch nadajników i dwóch odbiorników u słuchacza. W tym celu wykorzystuje się tzw. zaciemniający impuls (nadawany przy telewizji dla ustalenia linii obrazu), na który nakłada się w nadajniku modulację dźwiękową. W odbiorniku wydziela się z tak zmodulowanego zaciemniającego impulsu program dźwiękowy.

Z podanych przykładów zastosowania promieniowania impulsowego widać, że używa się go na zakresach fal decymetrowych i centymetrowych, ponieważ w tych warunkach można osiągnąć niezniekształcone nadawanie i odbiór impulsu i zagwarantować konieczną szerokość wstęgi przepuszczania, niedopuszczalną w wypadku dłuższych fal.

Dlatego technika promieniowania i odbioru impulsowego związana jest ściśle z osiągnięciami w dziedzinie wykorzystania fal tego zakresu. Rozwój takich przyrządów jak magnetrony, klistrony i inne specjalne lampy elektronowe a także nowych konstrukcji obwodów wysokiej częstotliwości (obwody wnękowe, prowadnice falowe) umożliwił realizację i praktyczne zastosowanie impulsowego nadawania i odbioru.

Jednakże oprócz impulsowej techniki wysokiej częstotliwości stosuje się i inne rodzaje bardzo krótkich impulsów elektrycznych. Jako przykład wymienimy impulsową metodę wykrywania miejsca uszkodzenia na przewodowych i niektórych kablowych liniach teletechnicznych i w sieciach elektrycznych. W wypadku uszkodzenia na takich liniach (przerwa, zwarcie, uziemienie) impuls posłany na linię, po odbiciu i pewnym zniekształceniu w miejscu uszkodzenia, pokaże to miejsce na ekranie oscylografu w postaci drugiego (odbitego) impulsu.

Przy wybranej szybkości przesuwania się promienia można szybko i z dużą dokładnością określić miejsce uszkodzenia odległe o wiele kilometrów od punktu obserwacyjnego. Metoda taka przyśpiesza likwidację uszkodzenia i ułatwia znacznie eksploatację linii.

Można jeszcze wspomnieć o zastosowaniu promieniowania impulsowego w geologii, gdzie z odbicia od minerałów spoczywających w głębi ziemi lub od podziemnych źródeł, czy wreszcie od rozmaitych uwarstwień geologicznych można wnioskować o ich głębokości, charakterze i rozciągłości.

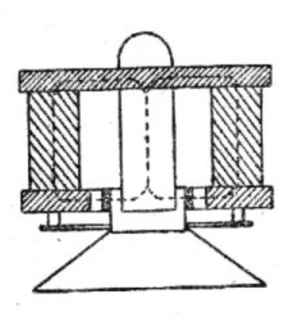
W artykule tym pominięto szereg innych zastosowań techniki impulsowej (nadawanie impulsowych sygnałów dla zdalnego kierowania, kontrola obiektów kierowanych przez radio, badanie jakości różnych wyrobów). Nawet i tego jednak co powiedziano, wystarczy dla ocenienia tej nowej obiecującej dziedziny, bardzo ciekawej z punktu widzenia tak praktyki jak i teorii. **(„Radio" — tłum. J. B.)**

Inż. W. Kowalski

Głośnik dynamiczny

I. Opis konstrukcji i sposobu działania

Budowa odbiorników znana jest dobrze każdemu radioamatorowi. Każdy technik umie zbudować dobry odbiornik o dużym zasięgu,



Rys. 1.

selektywny, o małych szumach własnych, o dużej mocy wyjściowej. Najmniej uwagi jednak poświęca się warunkom pracy głośnika, co nie pozostaje bez wpływu na jakość akustyczną odbioru. Regulacja barwy dźwięku może wprawdzie w pewnym stopniu usuwać skażenia w charakterystyce częstotliwości głośnika, jednak dopiero dokładny dobór właściwych warunków pracy głośnika pozwala osiągnąć pożądany efekt pod względem naturalnego brzmienia muzyki czy głosu ludzkiego. Dokładne liczbowe ujęcie zarówno konstrukcji głośnika jak i przebiegów elektroakustycznych w czasie jego pracy jest żmudne i prowadzi do bardzo zawikłanych rachunków. Tym niemniej można w sposób prosty uchwycić schematowo i rachunkiem te zjawiska, które najwyraźniej wpływają na zniekształcenia, wytwarzane przez głośnik.

Każdy głośnik dynamiczny, niezależnie od konstrukcyjnych różnorodnych systemów budowy, posiada cewkę ruchomą, umieszczoną w polu magnesu stałego, lub elektromagnesu. Jak widać z rys. 1, linie sił pola magnetycznego w każdym punkcie uzwojenia cewki drgającej są prostopadłe do przewodnika tej cewki. Jeżeli przez zwojnicę przepływa prąd elektryczny, to na przewodnik działa siła, której kierunek jest prostopadły zarówno do przewodnika, jak i do kierunku linii sił magnetycz-

nych: będzie więc ta siła powodować ruch cewki tak, jakby miała ona wysunąć zwojnicę ze szczeliny magnetycznej w kierunku osi głośnika. Prąd zmienny wywoła drgający ruch cewki i związanej z nią membrany papierowej, powodując drganie cząstek powietrza, przylegających do membrany, a zatem i falę dźwiękową. Łatwo zauważyć, że dla prawidłowej pracy głośnika siła wywierana przez magnes na cewkę, powinna stale być ściśle proporcjonalna do wartości natężenia prądu, gdyż inaczej przebieg drgań dźwiękowych nie będzie odpowiadał przebiegowi prądu w zwojnicy i wystąpią skażenia liniowe czyli chrypienia.

Jeżeli indukcję magnetyczną w szczelinie oznaczyć przez **B**, zaś chwilową wartość prądu w cewce przez **i**, a długość drutu cewki przez **l**, to siła **F**, działająca na membranę, wyrazi się wzorem:

$$F = 0{,}1\ B\, l\, i \qquad (1)$$

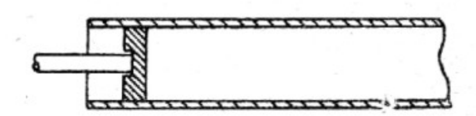
We wzorze (1) siła obliczona jest w dynach, jeżeli natężenie prądu podstawiamy w amperach, długość drutu w centymetrach, a indukcję w gausach. Aby wielkość siły była zawsze proporcjonalna do natężenia prądu, powinna być stała wielkość indukcji B, działającej na całą długość drutu uzwojenia cewki, należy więc przestrzegać, aby wychylenia cewki z jej położenia środkowego nie były zbyt wielkie, gdyż wtedy część uzwojenia może znaleźć się albo w słabszym polu magnetycznym, albo w pewnych chwilach w ogóle wysunąć się poza działanie magnesu. Wynika z powyższego rozumowania ważna wskazówka przy ustalaniu warunków pracy głośnika dynamicznego a mianowicie: lepiej stosować głośnik, zbudowany na moc większą niż przewidziana dla danego odbiornika, niż przeciążać głośnik słaby, to znaczy o małych dopuszczalnych amplitudach drgań.

Ze wzoru (1) wynika jeszcze inna wskazówka dla konstruktora głośnika dynamicznego. Dla wydajnej zamiany energii elektrycznej w obwodzie cewki drgającej na energię dźwięku pożądane jest, aby indukcja magnetyczna była możliwie duża, wtedy bowiem straty w oporze uzwojenia są stosunkowo mniejsze. Bliższe rozpatrzenie tego zjawiska podane będzie w dalszym ciągu.

II. Promieniowanie akustyczne

Jak z doświadczenia wynika fala dźwiękowa rozchodzi się we wszystkich kierunkach. Dźwięk wywołany przez jakiekolwiek źródło fali akustycznej może być usłyszany w otoczeniu tego źródła ze wszystkich stron, chociaż nie jednakowo. Nie można w wolnej przestrzeni kierować falą dźwiękową tak, jak kieruje się falą świetlną przy pomocy reflektora. Ponieważ ciśnienie w gazie lub cieczy działa jednakowo we wszystkich kierunkach więc zmiany ciśnienia powietrza, zachodzące w pewnym punkcie przestrzeni, gdzie rozchodzi się dźwięk, przekazuje się sąsiednim cząstkom powietrza we wszystkich kierunkach. Dlatego w dużej odległości od źródła natężenie jest prawie jednakowe we wszystkich kierunkach i zależy tylko od mocy źródła i jego odległości. Dla łatwiejszego zobrazowania rozchodzenia się fali dźwiękowej, wywołanej przez membranę głośnika, zazwyczaj rozpatruje się uprzednio dwa przykłady: 1) fali dźwiękowej w bardzo długiej rurze i 2) fali, wywołanej w wolnej przestrzeni przez kulę, której objętość zmienia się ruchem drgającym.

Na rys. 2 pokazana jest w przekroju bardzo długa rura, której ścianka nie pochłania energii drgań dźwiękowych. W początku rury umieszczony jest szczelny tłok, który bez tarcia o ścianę może się w rurze poruszać. Przesuwanie tłoka w rurze nie odbywa się jednak bez oporu, opór ten, wywierany przez powietrze jest zależny od szybkości ruchu tłoka. Aby utrzymać stałą szybkość tłoka v, należy na tłok wywierać siłę F, zależną wprost proporcjonalnie od szybkości tłoka. Zależność ta jest słuszna dla szybkości tłoka mniejszej od szybkości rozchodzenia się dźwięku w powietrzu. Jeżeli współczynnik proporcjonalności oznaczyć przez R_m to będzie



Rys. 2.

$$F = v \cdot R_m \qquad (2)$$

Im większa jest siła działająca na tłok tym większą szybkość osiąga on w ruchu jednostajnym ustalonym. Ponieważ siła F równomiernie się rozkładając na powierzchni tłoka S, równoważyć się musi działaniem wytworzonego przez ruch tłoka ciśnieniem p, więc można napisać

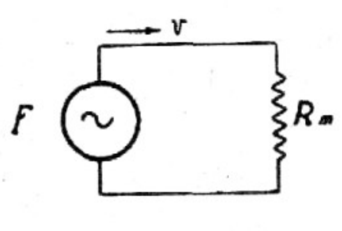
$$p \cdot S = v \cdot R_m$$

W rozważniach bierzemy pod uwagę tylko powierzchnię tłoka skierowaną w stronę rury, a nie w stronę wolnej przestrzeni.

Jeżeli tłok wykonuje ruch drgający o zmiennym kierunku, to opór powietrza w każdej chwili będzie proporcjonalny do szybkości. Inaczej mówiąc, jeżeli tłok jest bardzo lekki, to siła potrzebna do wywołania drgającego ruchu tłoka, a więc i proporcjonalne do siły ciśnienie akustyczne, będą w każdej chwili pro-

porcjonalne do szybkości. Drgania cząstek powietrza przylegających do powierzchni tłoka przenosić się będą w rurze jako fale dźwięku, przy czym w każdym punkcie przekroju rury prostopadłego do jej osi, ciśnienie w danej chwili będzie jednakowe. Wytworzona fala nazywa się płaską, a jej cechy charakterystyczne są między innymi następujące: 1) ciśnienie akustyczne jest zawsze proporcjonalne do chwilowej wartości szybkości, 2) czoło fali jest płaszczyzną prostopadłą do kierunku rozchodzenia się fali, 3) przez każdy przekrój rury przenosi się moc jednakowo, ale z pewnym opóźnieniem, tym większym im większa jest odległość od tłoka.

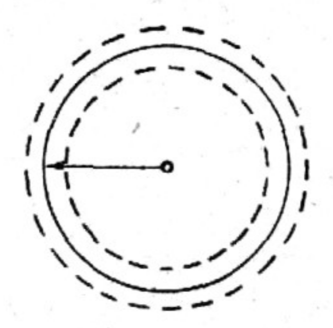
Przez podobieństwo do zjawisk elektrycznych współczynnik R_m nazywa się oporem mechanicznym ośrodka (powietrza). Przedstawić można schematycznie ruch tłoka w postaci obwodu, jakby elektrycznego, co pokazuje rys. 3. Zamiast SEM-nej mamy sinusoidalnie zmienną siłę mechaniczną, wytwarzającą szybkość drgań przyległych do tłoka cząstek powietrza v, zależną od oporu ośrodka R_m. W danym wypadku całkowity spadek siły przypada na opór R_m i wynosi $R_m \cdot v$. Równoważy on siłę czynną F.



Rys. 3.

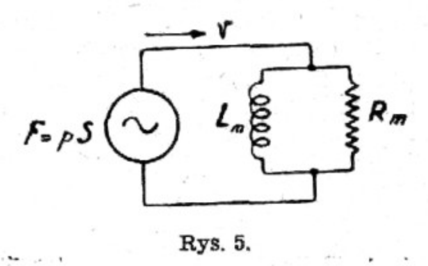
Dla osiągnięcia określonej amplitudy szybkości w ruchu drgającym przesunięcie tłoka musi być tym większe, im mniejsza jest częstotliwość drgań. Można udowodnić, że amplituda drgań, czyli największe odchylenie tłoka od położenia środkowego dla osiągnięcia określonych szybkości i ciśnień, jest odwrotnie proporcjonalna do częstotliwości drgań.

Z kolei rozpatrzymy powstanie fali kulistej. Rys. 4 przedstawia kulę, której powierzchnia zmienia swą wielkość. Długość promienia kuli zmienia się okresowo tak, że staje się on dłuższy lub krótszy. Cząstki powietrza, ulegające ruchowi przez styk z powierzchnią oscylatora wytwarzają w przestrzeni falę, której czoło zawsze jest powierzchnią kulistą, współśrodkową z oscylatorem. Podobnie, jak w fali płaskiej, amplituda drgań promienia oscylatora musi być tym większa im jest mniejsza częstotliwość drgań, ale zależność ta nie jest odwrotnie proporcjonalna. Przy powiększeniu długości promienia ciśnienie na powierzchni oscylatora rozkłada się na coraz to większą powierzchnię, zachodzi tu więc nieproporcjonalność między chwilową wartością szybkości i chwilową wartością ciśnienia akustycznego.


Rys. 4.

Do tego samego wniosku dojdziemy biorąc pod uwagę zmalenie długości promienia oscylatora, kiedy występuje nie zwiększenie, a zmalenie ciśnienia; mówi się, że wówczas ciśnienie akustyczne posiada znak ujemny. Dla uzyskania określonego przebiegu zmian ciśnienia, szybkości, osiągane przez punkty powierzchni oscylatora, muszą być tym większe, im mniejsza jest częstotliwość drgań. Opór ośrodka dla sinusoidalnego zmiennego przebiegu sił, wymuszających drgania, wykazuje w tym wypadku podobieństwo do elektrycznego oporu zespolonego, złożonego z oporu omowego R_m i indukcyjności L_m w połączeniu równoległym, jak to widać na rys. 5.

Membrana głośnika, drgając wytwarza falę dźwiękową wprawdzie nie ściśle kulistą, ale też nie płaską. Ścisłe rozważania doprowadzają do wniosku, że dla membrany głośnika



Rys. 5.

z ekranem opór ośrodka można przyjąć w przybliżeniu jak następuje:

$$R_m \cong 129\, a^2 \quad (4)$$

$$L_m \cong 0{,}00275\, a^3 \quad (5)$$

We wzorach (4) i (5) a oznacza średnicę membrany w cm. Wielkość R_m wymiarowo odpowiada stosunkowi siły do szybkości, zaś jednostka tego oporu, odpowiadająca stosunkowi 1 dyny do szybkości 1 cm/sek. nazywa się

omem mechanicznym i oznacza się przez Ω_m. Wielkość L_m jest wymiarem masy; indukcyjny opór powietrza dla ruchu membrany oblicza się jako ωL_m i wyraża również w omach mechanicznych, szybkość kątowa drgań $\omega = 2\pi f$, gdzie f jest częstotliwością drgań.

Dla orientacji w tabelce I zestawione zostały wielkości R_m i ωL_m dla membran o różnych średnicach przy różnych częstotliwościach drgań.

Tabela I

a	R_m	ωL_m				
		f = 50	100	200	400	800
10	12900	865	1730	3460	6920	13840
20	51600	6920	13840	27680	55360	110720

Jak widać z zestawienia, dla małej membrany drgania przy niskich tonach są jałowe, gdyż występuje duże przesunięcie fazy między czynną siłą i wywoływaną szybkością drgania. Im większa jest średnica membrany, tym większa wydajność promieniowania, szczególnie przy tonach niskich.

III. Opory ruchu mechanizmu drgającego

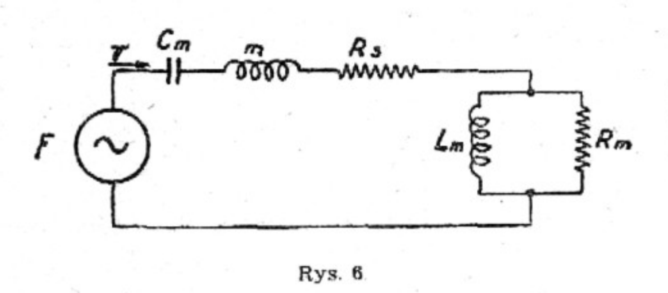
Dla wprawienia membrany w ruch drgający siła czynna powinna pokonać oprócz oporu ośrodka jeszcze opór bezwładności masy drgającej oraz sprężystość zamocowania membrany. Dla utrzymania cewki drgającej współosiowo z rdzeniem oraz dla ustalenia jej położenia środkowego membrana jest przymocowana elastycznie do magnesu. Każde wychylenie membrany wymaga pokonania siły występującej przy ugięciu zamocowania. Siła potrzebna do wytworzenia ugięcia zamocowania jest wprost proporcjonalna do wielkości tego ugięcia, a więc do wielkości odchylenia membrany od jej położenia środkowego. Jak wiadomo dla wytworzenia ciśnienia akustycznego o określonej wielkości, amplituda drgań membrany musi być tym większa im mniejsza jest częstotliwość drgania, im niższy ton. Wynika stąd, że dla drgań o częstotliwościach małych zamocowanie membrany przedstawia opór duży, a dla częstotliwości większych opór ten maleje. Jeżeli współczynnik elastyczności zamocowania oznaczyć przez C_m to dla ruchu drgającego opór zamocowania będzie wynosił $\frac{1}{\omega C_m}$. Wielkość C_m oznacza, że im zamocowanie jest elastyczniejsze tym stawia ono opór mniejszy dla ruchu membrany, duży opór stawia zamocowanie sztywne.

W czasie drgania membrana osiąga największą szybkość w chwili, kiedy przechodzi przez swoje położenie środkowe, w tej chwili siła sprężystości zamocowania jest równa 0. Dopiero w dalszym ruchu poza położeniem środkowym występuje opór sprężystości zamocowania, kiedy szybkość chwilowa membrany już jest mniejsza. Widać z tego, że sinusoidalny przebieg szybkości drgania wyprzedza sinusoidalny przebieg wychyleń membrany. Zamocowanie elastyczne stawia sile opór bierny, podobnie jak opór bierny stawia kondensator przepływowi prądu zmiennego.

Innego rodzaju opór występuje skutkiem bezwładności masy membrany. Siła działająca na masę nadaje tej masie przyspieszenie, po upływie zaś pewnego czasu, skutkiem przyspieszenia, masa osiąga pewną szybkość. Aby ciało osiągnęło pewną szybkość określoną po upływie długiego czasu, przyspieszenie a więc i działająca siła, może nie być duża. Jeżeli jednak osiągnięta ma być taka sama szybkość w ciągu krótkiego czasu, i przyspieszenie i siła muszą być odpowiednio duże. Dla drgań o częstotliwości dużej opór bezwładności masy drgającej musi być duży, gdyż czas trwania okresu drgania jest krótki. Odwrotnie będzie dla częstotliwości małych. Można udowodnić, że opór bezwładności drgającej membrany wynosi ωm, gdzie m jest łączną masą drgającą a więc masą membrany, uzwojenia cewki i drgających części zamocowania.

Aby ciało o określonej masie osiągnęło pewną szybkość, musi najpierw działać siła, nadająca masie przyspieszenie. W ruchu drgającym przebieg szybkości opóźnia się względem przebiegu siły, wywołującej drganie masy. Opór bezwładności masy podobny jest w tym do oporu indukcyjnego dla prądu zmiennego. Jest rzeczą jasną, że zamocowanie membrany wykonane nawet z możliwie najbardziej elastycznego materiału, wywołuje pewne straty energii w czasie ruchu membrany. Te straty energii wyobrażamy sobie jako pewien omowy mechaniczny opór strat, stały co do wielkości, niezależnie od szybkości ruchu. Nie jest to ścisłe, gdyż opór strat energii w zamocowaniu membrany zależy od szybkości ruchu, jest on jednak niewielki w porównaniu z innymi oporami ruchu, dlatego też założenie stałej wielkości tego oporu nie wprowadza dużych błędów przy obliczaniu wydajności lub charakterystyki częstotliwości głośnika. Siła działająca rzeczywiście na membranę i powodująca jej drgania musi pokonać wszystkie wymienione opory, aby nadać układowi pewną szybkość drgania i wytworzyć ciśnienie akustyczne. Aby zobrazować w pełni działanie tej siły i wykazać znaczenie poszczególnych oporów, należy zbudować schemat szeregowego połączenia tych oporów, co zostało wykonane na rys. 6.

O wydajności głośnika decyduje moc, wydzielana w oporze R_m. Nie wchodząc w liczbowe ujęcie wydajności głośnika, można ze schematu od razu wnioskować co staje na



Rys. 6

przeszkodzie w osiągnięciu równomiernej charakterystyki częstotliwości i dużej sprawności głośnika.

W pierwszym rzędzie rzuca się w oczy, że największy spadek siły na oporze promieniowania, a więc i największa wydajność głośnika zachodzi w chwili kiedy opory $\frac{1}{\omega C_m}$ i ωm są sobie równe. Występuje to przy mechanicznym rezonansie głośnika. Rezonansowa szybkość kątowa wynosi wtedy

$$\omega_m = \frac{1}{\sqrt{mC_m}} \tag{6}$$

We wzorze (6) należy podstawić wielkość *masy m w gramach*, a elastyczność zamocowania C_m w centymetrach na dynę, jako w absolutnych jednostkach mechanicznych; szybkość kątowa wypada w radianach na sekundę. Głośnik dynamiczny przeciętnie wykazuje rezonans mechaniczny przy częstotliwości rzędu stukilkudziesięciu c/sek, co wywołuje wrażenie uwypuklenia w ogóle wszystkich niskich tonów. Tak jednak nie jest, gdyż dla częstotliwości mniejszych od rezonansowych opór $\frac{1}{\omega C_m}$ rośnie bardzo szybko, a jednocześnie szybko maleje opór ωL_m, zwierając „watowy" opór promieniowania R_m.

Przy częstotliwościach dużych masa drgająca m stawia bardzo wielki opór ωm, ograniczający „prąd" szybkości drgań; wypromieniowana moc akustyczna maleje wówczas.

IV. Wpływ warunków mechanicznych na promieniowanie akustyczne

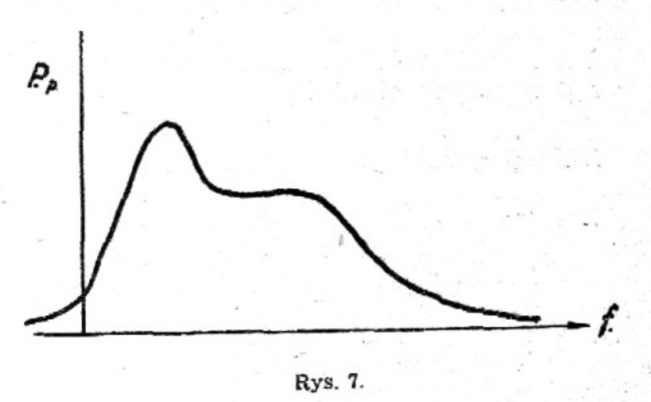
Moc mechaniczną oblicza się podobnie, jak i moc elektryczną. Jeżeli w ruchu drgającym szybkość drgania jest przesunięta w fazie względem działającej siły o kąt φ to stosuje się wzór na moc P

$$P = F v \cos \varphi \tag{7}$$

gdzie F i v oznaczają skuteczne wartości siły i szybkości drgania. Pamiętać należy, że obliczona w ten sposób moc wypada w ergach na sek. Dla porównania z mocą obwodu elektrycznego należy moc mechanicznego układu wyrazić w watach, przy czym

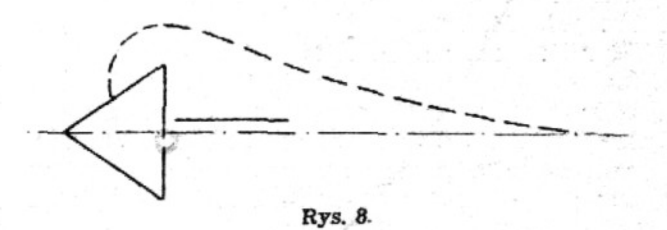
$$1 \text{ w} = 10^7 \text{ erg/sek} \tag{8}$$

Zakładając, że wielkość siły czynnej jest stała, można obliczyć dla każdej częstotliwości wypromieniowaną moc akustyczną o ile znamy wymiary i wagę membrany głośnika oraz elastyczność jej zamocowania. Wykres wypromieniowanej mocy w funkcji częstotliwości jest charakterystyką częstotliwości oscylatora.



Rys. 7.

Rys. 7 podaje przykład takiej charakterystyki, na osi odciętych zwykle stosuje się dla częstotliwości skalę logarytmiczną. Na osi rzędnych odkłada się zwykle wielkości mocy wypromieniowanej P_p. Rezonans mechaniczny może być bardziej lub mniej wyraźny, niekiedy przy odpowiedniej konstrukcji głośnika i dużej indukcji magnetycznej w szczelinie,



Rys. 8.

prawie nie do zauważenia, bywają również głośniki o bardzo elastycznym zamocowaniu membrany, a więc o dużej wartości C_m, w których rezonans mechaniczny występuje przy częstotliwościach poniżej słyszalnych. Duże wartości oporu strat R_s sprzyjają wprawdzie

złagodzeniu rezonansu mechanicznego, ale jednocześnie zmniejszają sprawność głośnika, a czasami powodują skażenia liniowe. Należy dążyć do osiągnięcia możliwie małych strat energii w ruchu membrany, a złagodzenie rezonansu głośnika osiągnąć na drodze elektrycznej, o czym będzie mowa niżej.

Jak to było wyjaśnione, dla dużej wydajności promieniowania pożądane jest stosowanie membrany o dużej średnicy, pociąga to za sobą zwiększenie masy drgającej. Jest to z korzyścią dla odtwarzania tonów najniższych, pozwalając przy „miękkim" zamocowaniu membrany (bardzo elastycznym) przesunąć rezonans mechaniczny poniżej tonów słyszalnych. Jednocześnie jednak powiększenie masy membrany wpływa bardzo niekorzystnie na odtwarzanie tonów wysokich. Popularnie nazywa się to „obcinaniem" częstotliwości wyższych. Dla możliwego pogodzenia ze sobą sprzecznych warunków konstrukcyjnych stosuje się głośnik o dwóch membranach: małej i dużej. Właściwie są to dwa niezależne mechanicznie od siebie systemy drgające, w zasadzie — dwa głośniki we wspólnej obudowie. Takie głośniki odtwarzają dźwięki na tyle dokładnie, że słuchacz może ulegać złudzeniu rzeczywistości.

Wzór (4) podaje przybliżoną wartość „omowego" oporu promieniowania membrany głośnika w założeniu, że zastosowany został ekran w postaci deski o dość znacznej grubości, której powierzchnia jest o wiele większa od powierzchni membrany. Jeżeli głośnik nie posiada ekranu, to warunki odtworzenia tonów najniższych pogarszają się znacznie. W jaki dzieje się to sposób podaje w przybliżeniu rys. 8. Ruch membrany powoduje powstanie fal z obu stron membrany, jedną bieżącą w kierunku osi głośnika, drugą ugiętą omijającą go. Fale dźwiękowe szczególnie o częstotliwościach najniższych, uginają się łatwo, w przeciwieństwie do fal świetlnych. Skutkiem uginania energia dźwięku rozchodzi się w przestrzeni tak, że w dużej odległości od źródła fala przybiera kształt zbliżony do kulistego.

W niewielkiej odległości od głośnika fala bieżąca i ugięta nakładają się na siebie, powiększając nierównomierność charakterystyki częstotliwości, rozmaicie w różnych punktach przestrzeni.

Brak ekranu może mieć i inne znaczenie. Przy drganiach powolnych powietrze, pod wpływem zwiększonego ciśnienia z jednej strony membrany, zostaje przesuwane dokoła jej obrzeża na drugą stronę, gdzie w tym czasie powstaje zmniejszenie ciśnienia spowodowane membraną. Praca głośnika jest wówczas w dużej części „jałowa", gdyż przesuwanie pewnej masy powietrza z jednego miejsca na drugie nie jest źródłem fali, przenoszącej energię w przestrzeń. Takie „przelewanie powietrza" jest zjawiskiem odmiennym od występowania przesunięcia fazy między szybkością drgania i ciśnieniem akustycznym, a więc nie może być ujęte liczbowo wielkością L_m, podaną we wzorze (5).

Rodzaj obudowy głośnika ma duży wpływ na opór promieniowania; niekiedy obudowa jest wyraźnie rezonatorem akustycznym. Jeżeli słucha się z oddali audycji odtwarzanej przez głośnik, to daje się zauważyć niekiedy, że pewien, jeden tylko ton, jest chwilami słyszalny. Oczywiście obserwacja taka jest możliwa przy głośniku o wybitnym rezonansie (jednym lub kilku) przy czym odbiór jest tak cichy, albo z tak wielkiej odległości obserwowany, że słyszalne dźwięki są w pewnej części poniżej granicy słyszalności. Doświadczenie wskazuje, że takie „stałe tony" głośników dynamicznych posiadają częstotliwość rzędu 200 ÷ 300 c/sek. Pewien wpływ, choć stosunkowo niewielki na jakość odtwarzania, posiada zjawisko rozkładu fali akustycznej w membranie; liczyć się z występowaniem tego zjawiska należy tylko w wypadku, kiedy membrana jest bardzo wiotka.

Uginanie się fal dźwiękowych, jak już wspomniano, zachodzi tym łatwiej, im częstotliwość drgań jest mniejsza. Z różnym uginaniem fal oraz z kształtem membrany jest związana kierunkowość promieniowania głośnika: im wyższy jest odtwarzany ton, tym wyraźniejsza jest kierunkowość. Matematyczne ujęcie we wzory kierunkowej charakterystyki promieniowania jest bardzo trudne i zawiłe. Wobec występujących normalnie w czasie odbioru odbić fal dźwiękowych o ściany pomieszczenia i przedmioty jakość odbioru w niewielkim stosunkowo stopniu zależy od kierunkowości głośnika. Opisane wyżej zniekształcenia charakterystyki częstotliwości, odniesione do mocy promieniowanej, wywierają znacznie większy wpływ na jakość odbioru, niż kierunkowość głośnika.

(C. d. n.)

Z. Batusiewicz

Przesyłanie programów radiowych drogą kablową

Część 2: kable szerokowidmowe

Według zaleceń C.C.I.F. (Międzynarodowy Komitet Doradczy Telefoniczny), szybkość przenoszenia na kablach winna wynosić

$$V = 100000 \text{ km/sek}$$

Taką szybkość można osiągnąć na kablach niepupinizowanych, albo słabo pupinizowanych, a przede wszystkim na kablach szerokowidmowych — koncentrycznych nowej konstrukcji.

Przyjęto, że największa odległość kablowa może wynosić mniej więcej 20000 km, to jest połowę obwodu kuli ziemskiej; odległość ta winna być pokonana w czasie:

$$t_{max} = 250 \text{ milisekund}$$

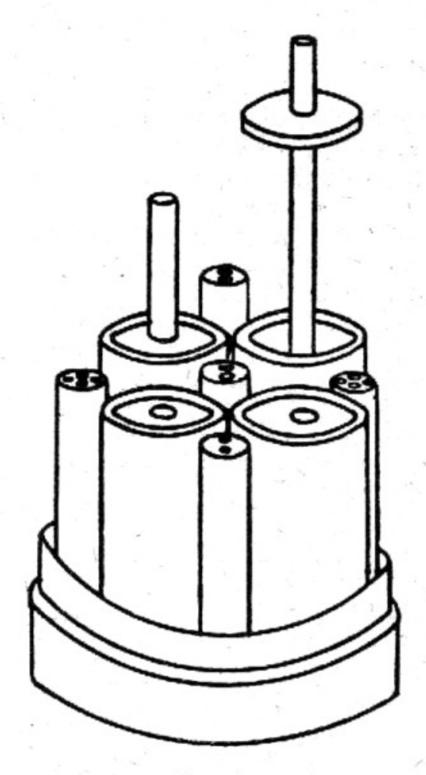
Bardzo prosto możemy wyznaczyć wzór na szybkość przenoszenia np. dla kabli słabo pupinizowanych. Jeżeli oznaczymy przez m skok pupinizacji, przez f_g częstotliwość graniczną, to jest największą częstotliwość przekazywaną oraz szybkość przenoszenia przez V, wówczas szybkość ta wyniesie:

$$V = 2 . m . f_g$$

Z tego wzoru widać, że im szersze pasmo częstotliwości jest możliwe do przesłania kablem, tym szybkość przenoszenia jest większa. Dla radiofonii szybkość przenoszenia oraz szerokie pasmo częstotliwości ma ogromne znaczenie, bo wówczas przenoszona mowa czy muzyka jest wiernie odtworzona. Ze względu na korzyści jakie można osiągnąć dla telekomunikacji oraz dla radiofonii cały szereg państw postanowiło rozszerzyć pasmo częstotliwości, przez odpupinizowanie odcinków kablowych starego typu. Na obwodach kablowych niepupinizowanych, można instalować urządzenia telefonii nośnej np. sześcio, dwunasto lub dwudziestoczterokrotnej, zależnie od pasma częstotliwości jakie możemy przesłać na danym odcinku kablowym.

A więc im szersze pasmo częstotliwości zdolne są przesłać obwody kablowe, tym więcej możemy je wykorzystać, instalując telefonię wielokrotną.

W ostatnich czasach technika kablowa poczyniła duże postępy w budowie kabli nowej konstrukcji, przepuszczających prądy o bardzo wielkich częstotliwościach, rzędu milionów okresów na sekundę. Są to kable szerokowidmowe, używa się je również do telewizji, gdzie właśnie wymagane jest pasmo częstotliwości rzędu milionów okresów. Przyszła nowoczesna sieć kablowa w Europie, jaką zaprojektował C.C.I.F. ma się składać właśnie z kabli koncentrycznych. Będą to dwa olbrzymie pierścienie, obejmujące prawie wszystkie państwa Europy. W przyszłości sieć kabli koncentrycznych obejmie cały świat.

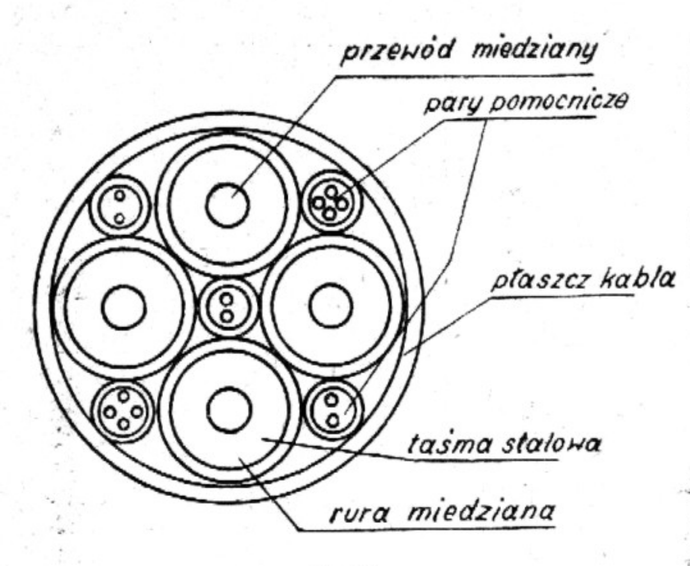


Rys. 1.

Dotychczas produkowane są kable szerokowidmowe, trzy lub czteroparowe. Każda para składa się z dwóch przewodów złożonych spółosiowo, to jest z rury miedzianej wewnątrz której znajduje się przewodnik miedziany odizolowany od rury.

Rys. 1 ilustruje kabel szerokowidmowy nowej konstrukcji, czteroparowy.

Rys. 2 przedstawia przekrój kabla szerokowidmowego czteroparowego. Obok czterech par spółosiowych mamy jeszcze pary i otworki pomocnicze. Jak widać rury na zewnątrz nie są od siebie odizolowane, jak również nie są odizolowane od pancerza ołowianego, czy stalowego, łączą się z ziemią, a dlaczego tak być może

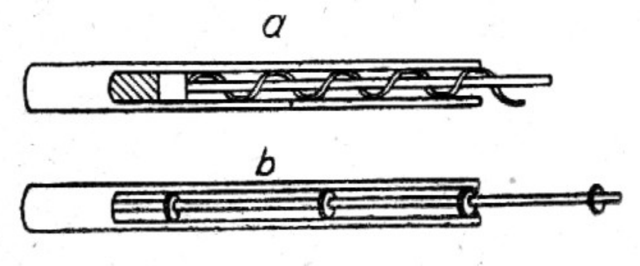


Rys. 2.

wyjaśnią właściwości elektryczne kabli szerokowidmowych.

Spośród znanych dotychczas konstrukcji kabli szerokowidmowych, odróżnić należy trzy zasadnicze rodzaje, różniące się rodzajem izolacji.

Konstrukcja pierwsza. Na rysunku 3a widzimy kabel szerokowidmowy posiadający



Rys. 3.

przewód miedziany o średnicy 2 mm, owiniętej spiralnie sznurkiem z materiału izolacyjnego zwanego „cotopą". Przewód miedziany wraz ze sznurkiem „cotopy" znajduje się wewnątrz rury miedzianej o średnicy 7,5 mm o grubości ścianki 0,25 mm. Rura ta jest drugim przewodem, a więc przewód miedziany owinięty „cotopą" i rura miedziana stanowią jedną parę kabla.

Materiał izolacyjny zwany „cotopą" jest to bawełna acetylenowana.

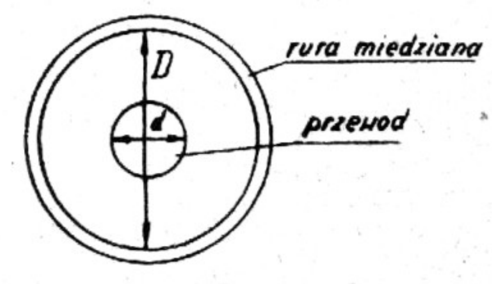
Kabel drugiej konstrukcji, przedstawiony jest na rys. 3b. Posiada on również przewód miedziany, na który są nasadzone krążki ebonitowe, które odizolowują przewód od rury miedzianej, a która stanowi drugi przewód pary kabla. Średnica krążków odpowiada średnicy wewnętrznej rury.

Opisane kable pierwszej i drugiej konstrukcji mogą przepuścić pasmo częstotliwości w granicach od 30 do 4000000 c/s i więcej.

Trzecim zasadniczym rodzajem kabli szerokowidmowych są kable z izolacją styrofleksową, przy czym budowa ich jest podobna do poprzednich dwóch rodzajów.

Materiał izolacyjny, zwany styrofleksem jest produkcji sztucznej, pochodzenia organicznego, pokrewny składem chemicznym i wyglądem trolitulowi. Jego własności izolacyjne są znacznie korzystniejsze od papieru, zbliżają się nawet do właściwości miki. Właściwości elektryczne styrofleksu różnią się tym od innych materiałów izolacyjnych, że kable izolowane nim wykazują małe tłumienie, co jak wiemy ma ogromne znaczenie dla kabla. Stała dielektryczna wynosi 2,6. Styrofleks stosuje się w postaci spirali nawijanej na przewód miedziany podobnie jak na rys. 3a była nawinięta „cotopa", albo w postaci krążków jak ebonit—rys. 3b. Kable z izolacją styrofleksową mogą również przepuścić pasmo częstotliwości o bardzo szerokich granicach, max. rzędu milionów okresów.

Właściwości elektryczne. Na rysunku 1 widzimy cztery pary, (4 rury) umieszczone obok siebie we wspólnym kablu, każda para (rura) służy do przesyłania energii tylko w jednym kierunku, a więc praca na kablu szerokowidmowym, widzianym na rys. 1 będzie 2 kierunkowa, 2 torowa. Jest to bardzo korzystne dla regulacji poziomu przenoszenia, wzmacniaki pracują bowiem na danej parze tylko w jednym kierunku. Na rys. 4 widzimy przekrój jednej pary kabla koncentrycznego szerokowidmowego. Oznaczamy przez D średnicę wewnętrzną rury, a przez d średnicę żyły, oraz bierzemy pod uwagę stosunek tych średnic $X = \frac{D}{d}$ to otrzymamy bardzo ważną liczbę wynikającą z tego stosunku, która stanowi o jakości kabla. Stosunek średnic wynoszący $x = 3{,}6$ jest najkorzystniejszy ze względu na tłumienie. Przy małej średnicy D tłumienie jest duże, co zmusza do stosowania większej ilości wzmacniaków, przez co zwiększają się koszty, przy dużej zaś średnicy D koszt wzmacniaków maleje, natomiast wzrasta koszt samego kabla.



Rys. 4.

Znaleziono pewne optimum gdy D = 9,5 mm d = 2,6 mm

a zatem $V_x = \frac{D}{d} = \frac{9,5}{2,6} = 3,6$

Opór falowy przy tym stosunku = 3,6 oraz przy izolacji styrofleksowej

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = 75\,\Omega$$

Biorąc pod uwagę wielkości jakie występują w kablu szerokowidmowym tj. RLG i C otrzymamy znany wzór na tłumienie falowe

$$\beta = \frac{1}{2} R \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{1}{2} G \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Bardzo ważną cechą kabli szerokowidmowych o budowie koncentrycznej jest to, że prądy płynące w obwodzie linii skupiają się na wewnętrznej powierzchni rury i na zewnętrznej powierzchni przewodu, (naskórkowość) zewnętrzna warstwa rury nie bierze udziału poczynając już od 10 Kc/s. Dlatego zewnętrzna strona rury nie jest wcale odizolowana, rury zewnętrzne stykają się ze sobą oraz są połączone wszystkie z zewnętrznym pancerzem kabla. Ta właściwość elektryczna kabli koncentrycznych upraszcza budowę tych kabli, pancerz zewnętrzny chroni tylko od wilgoci.

To, że zewnętrzna strona rury kabla pod względem elektrycznym nie wpływa na wewnętrzną stronę, ma jeszcze ogromne znaczenie że prądy wywoływane przyczynami zewnętrznymi np. od zakłóceń atmosferycznych, przesłuchy, prądy błądzące, prądy od różnych urządzeń elektrycznych skupiają się na zewnątrz rury, stąd wynika, że linia koncentryczna jest niewrażliwa na wszelkie zakłócenia z zewnątrz.

Kable symetryczne styrofleksowe. Spośród opisanych kabli w poprzednim numerze miesięcznika „Radio" oraz w niniejszej części opisu, znane są jeszcze kable symetryczne styrofleksowe. Są to kable wielożyłowe np. ośmio parowe (cztery czwórki) z izolacją styrofleksową. Każda żyła tego kabla jest owinięta spiralnie sznurkiem o średnicy 1 mm ze styrofleksu jak na rys. 3a oraz cienką taśmą również ze styrofleksu. Tak izolowane cztery żyły o średnicy 1,3 mm każda, są lekko skręcone w czwórkę, każda czwórka w kablu jest owinięta kolorową bawełną, dla odróżnienia od pozostałych.

Żyła „a" każdej pary w czwórce izolowana jest czerwonym sznurkiem ze styrofleksu, a żyła „b" białym przezroczystym. Wszystkie czwórki kabla stanowiące jego ośrodek, są owinięte taśmą papierową. Ośrodek ten znajduje się w powłoce ołowianej, jak zwykłe kable średniowidmowe. Cały kabel jest zazwyczaj opancerzony taśmami stalowymi i jutą. Izolacja kabla jest powietrzno - styrofleksowa, a więc jest to bardzo dobry rodzaj izolacji. Ponieważ odległość między żyłami jest duża, pojemność kabla jest mała.

Pasmo częstotliwości, jakie możemy przesłać kablem symetrycznym styrofleksowym, zawiera się w granicach od 50 do 12000 c/s.

Kable tego rodzaju są przeważnie bardzo słabo pupinizowane, 1,75 mH w odległości co 275 m. Dla radiofonii mogą być niepupizowane.

Nowoczesna technika przenoszenia stawia sobie za zadanie, (zalecenia C.C.I.F.) jak już wspominaliśmy, stworzenie sieci ogólnoświatowej z kabli koncentrycznych, na której będzie można osiągać największą szybkość. Przewody kablowe mają być jak najwięcej wykorzystane przez stosowanie zwielokrotnienia tj. przesyłania wielkiej liczby rozmów (100 i więcej na jednej parze). Jako rodzaj kabli przyjęto opisane kable najnowszej konstrukcji, koncentryczne z izolacją styrofleksową.

W krajach gdzie istnieć muszą jeszcze sieci kabli symetrycznych wąskowidmowych starego typu, należy je depupinizować, aby osiągnąć jak największe pasmo częstotliwości.

W każdym wypadku należy stosować systemy przenoszenia dwutorowe (osobna para dla każdego kierunku), dla telefonii wielokrotnej oraz dla radiofonii.

Aby wykorzystać obwody wszystkich rodzajów opisanych kabli dla telefonii i radiofonii na dowolne odległości musimy stosować wzmacniaki, oraz aby przenoszenie miało się odbywać bez zniekształceń musimy stosować korektory. Przez zastosowanie korektorów, wszystkie częstotliwości winny być przenoszone z jednakowym tłumieniem lub wzmocnieniem, oraz z jednakową szybkością.

W kablu niepupinizowanym, tłumienie i szybkość przenoszenia są proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego z częstotliwości. Jedna z metod korekcji zniekształcenia częstotliwości przy przenoszeniu kablami polega na wprowadzeniu układu dodatkowego, złożonego z indukcyjności, pojemności oraz oporności którego charakterystyka tłumienia w funkcji częstotliwości jest taka, że całkowite tłumienie jest niezależne od częstotliwości.

W podobny sposób można usunąć zniekształcenia fazowe osiągając niezależność czasu przenoszenia od częstotliwości.

Dla telefonii wystarcza korekcja tłumienia, zniekształcenia fazowe można pominąć. Dla radiofonii konieczna jest nie tylko korekcja tłumienia ale i zniekształcenia fazowe muszą być usunięte.

(c. d. n.)

Przegląd schematów

Schemat Nr. 50 przedstawia popularny odbiornik Volksempfänger VE 301 Wn. Jest to układ jednoobwodowy, dwuzakresowy na fale średnie i długie, przeznaczony głównie do odbioru lokalnego.

Układ wejściowy daje możność dobrania sprzężenia z anteną, najkorzystniejszego pod względem siły i selektywności — służą do tego trzy gniazdka antenowe. Cała cewka antenowa jest ruchoma i daje regulację siły odbioru. W obwodzie strojonym cewka średniofalowa zwiera, za pomocą przełącznika, cewkę długofalową. Uzwojenie reakcyjne jest wspólne dla obu zakresów. Lampa AF7 pracuje w układzie detekcji siatkowej o sprzężeniu oporowym z następną lampą. Lampa głośnikowa 3-watowa RES 164 otrzymuje pół-automatyczny minus na siatkę z oporu 700 Ω; potencjometrem w żarzeniu tej lampy uzyskuje się minimum szumu sieciowego. Głośnik jest typu magnetycznego.

Słabym miejscem tego odbiornika są kondensatory elektrolityczne 4 μF; wysychają one dość szybko i trzeba je wymieniać.

*

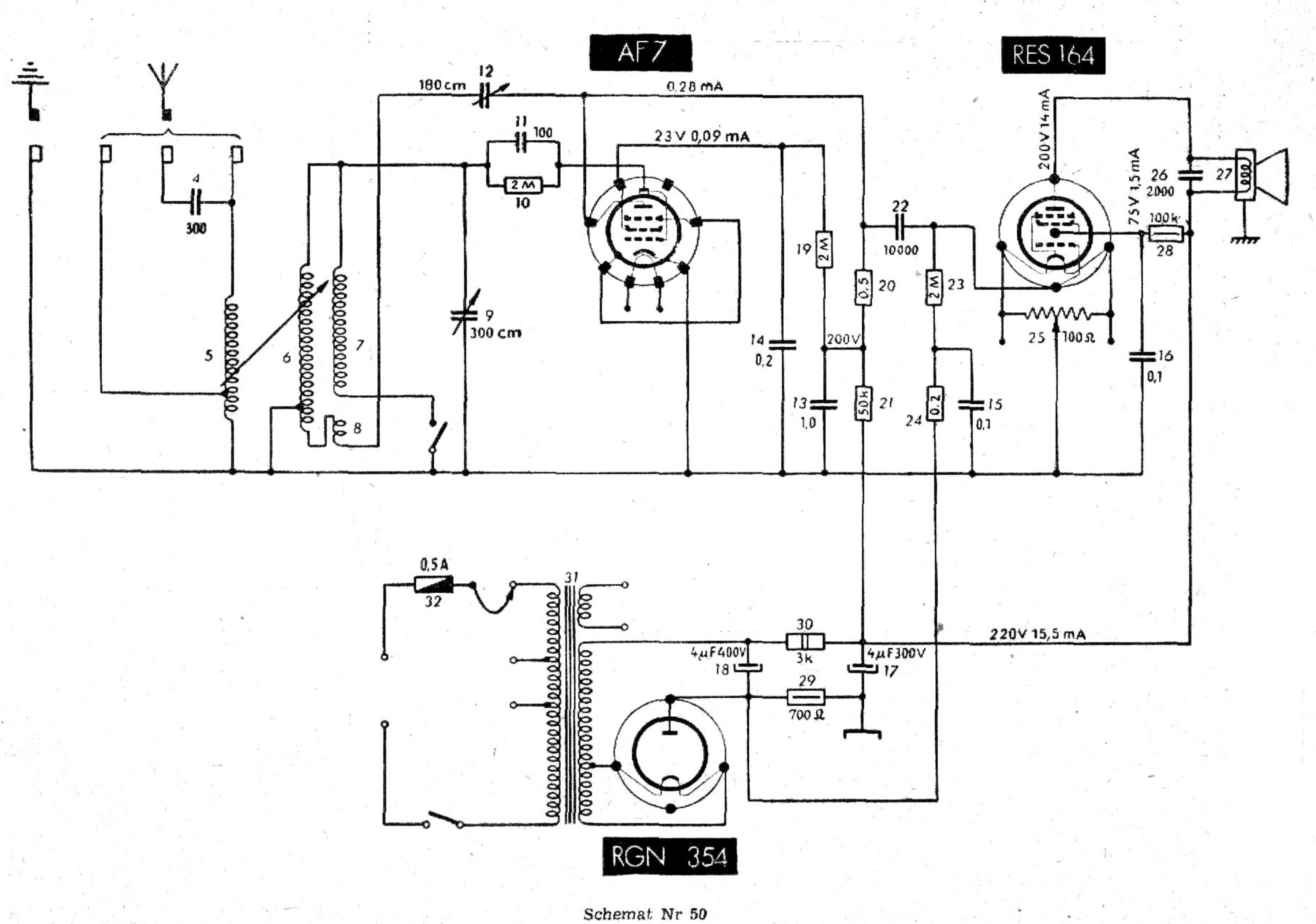
Schemat Nr. 51 przedstawia odbiornik produkcji radzieckiej, typ VV-661 wyrabiany w Tallinie. Jest to superheterodyna tzw. drugiej klasy, 6-lampowa z okiem magicznym, zasilana z sieci prądu zmiennego 110, 127 i 220 wolt. Trzy zakresy fal obejmują pasma 2000 — 1000, 577 — 200 oraz 50 — 16,7 mtr.

Obwód wejściowy posiada obwody przełączane a nie zwierane. To samo dotyczy obwodów oscylatora lampy zmiany częstotliwości 6A8. W nowej serii zastąpiono je nowocześniejszą lampą 6SA7, z pewnymi niewielkimi zmianami w obwodach oscylatora. W anodzie tej lampy jest normalny filtr wstęgowy nastrojony na częstotliwość pośrednią 465 kc.

Lampa 6K7 spełnia jednocześnie dwie funkcje. Wzmacnia, jak zwykle, napięcie częstotliwości pośredniej oraz — w układzie refleksowym — zdemodulowane napięcie częstotliwości akustycznej. Część napięcia niskiej częstotliwości, wydzielonego na oporze R_{12} wraca poprzez opór R_9, kondensator C_{23} i cewkę L_{14} z powrotem na siatkę sterującą 6K7, a wzmocnione to napięcie z obwodu siatki ekranującej tej lampy, idzie na regulator siły głosu R_{14}, a stąd — na siatkę sterującą lampy 6Г7. Kondensator C_{23} blokuje napięcie automatyki, C_{22} blokuje do masy obwód L_{14} C_{19} dla częstotliwości pośredniej, nie wpływa jednak na niską częstotliwość. C_{21} odgradza ujemne napięcie siatki 6Г7 a R_{15} uniezależnia ujemne sprzężenie zwrotne od położenia potencjometra R_{14}.

Zastosowanie wstępnego stopnia wzmocnienia niskiej częstotliwości na lampie 6K7 w refleksie ma na celu zwiększenie czułości odbiornika przy pracy na adapter, tak aby dać możność użycia nowoczesnych adapterów o doskonałym odtwarzaniu, lekkiej wadze, lecz małej czułości. Poza tym można było zwiększyć stopień ujemnego sprzężenia zwrotnego. Pobiera się napięcie feed - back'u ze specjalnego uzwojenia transformatora głośnikowego i korekcyjnego dzielnika napięć złożonego z oporów i kondensatorów, poprzez opór R_{16}.

Czułość odbiornika na zakresie długo i średnio - falowym wynosi 60 — 70 μV, na krótkofalowym — 180 μV. Czułość na gniazdkach adaptera 120 mV. Selektywność wyraża się osłabieniem 50 — 60 razy przy odstrojeniu o 10 kc. Przekazywanie zakresu częstotliwości akustycznych w zakresie 80 — 7000 c/s odbywa się bez odchyleń większych niż 6 db. Zawartość harmonicznych mniejsza od 5%.



Schemat Nr 50

Schemat Nr 51

Jak zostać krótkofalowcem

Wielu radioamatorów i miłośników radia dowiadując się o rozwijającym się ruchu krótkofalarskim w Polsce zapytywało i zapytuje — w jaki sposób można zostać krótkofalowcem?

Ponieważ odpowiedź na tak zasadnicze pytanie z pewnością zainteresuje wielu Czytelników, słuszne będzie jeśli poświęcimy nieco miejsca temu zagadnieniu.

Wyjaśnić należy na wstępie, że krótkofalowcem nazywamy takiego radioamatora, który interesując się działaniem i eksploatacją urządzeń radiowych, pracujących na falach krótkich, własnoręcznie konstruuje, buduje i wypróbowuje takie urządzenia, a współpracując z innymi krótkofalowcami dąży do osiągnięcia najlepszych wyników oraz najwyższych kwalifikacji fachowych.

Istnieje ogólnie błędne mniemanie, że krótkofalowcem jest ten, kto posiada amatorską radiostację nadawczą. Wymaga to sprostowania i dodatkowego wyjaśnienia.

W istocie nie każdy krótkofalowiec posiada radiostację nadawczą i nie każdy posiadacz takiej radiostacji jest krótkofalowcem.

Członkowie zrzeszeń krótkofalowców dzielą się na nadawców i nasłuchowców, przy czym nasłuchowców jest zwykle więcej. Nasłuchowcy pracują i eksperymentują wyłącznie na urządzeniach odbiorczych; zbierają obserwacje o rozchodzeniu się fal krótkich i wymieniają spostrzeżenia z nadawcami oraz innymi nasłuchowcami. Po zdobyciu pewnych kwalifikacji, jeśli zechcą pracować również nadawczo, mogą składać egzaminy i ubiegać się o zezwolenia na stacje nadawcze.

Ale są też „krótkofalowcy", szczególnie na drugiej półkuli, którzy kupują fabryczne radiostacje nadawcze, nawiązując przy ich pomocy łączność z innymi stacjami, a szczytem kwalifikacji takiego nadawcy jest umiejętność zewnętrznej obsługi aparatury, o której działaniu nie ma i nie chce mieć żadnego pojęcia. Tego rodzaju członków w Polskim Związku Krótkofalowców nie ma i być nie może.

Z powyższego nie wynika jeszcze dlaczego chcąc być krótkofalowcem trzeba należeć do organizacji krótkofalowców. Otóż praca krótkofalarska, chociaż ma w sobie wiele cech indywidualnych, nie daje prawie żadnych wyników bez współdziałania z innymi krótkofalowcami.

Wymiana spostrzeżeń i uwagi o odbiorze nie zawsze mogą być przesyłane eterem (np. u nasłuchowców), a potwierdzenia nasłuchowców i łączności prawie wyłącznie przekazywane są za pośrednictwem specjalnych biur, istniejących przy każdym związku.

Zawody krótkofalowe organizują i przeprowadzają związki, a wzięcie udziału w zawodach bez porozumienia się z organizatorami jest praktycznie niemożliwe. Krótkofalowcy jako amatorzy zawsze napotykają w swojej praktyce wiele niejasności oraz nowych zagadnień, które omawiają i wyjaśniają na zebraniach, gdzie spotykają się początkujący i zaawansowani. Ponadto trzeba dodać, że bez przynależności do związku, czynna praca krótkofalarska jest bardzo kosztowna.

I dlatego też w myśl obowiązującego obecnie Rozporządzenia Ministra Poczt i Telegrafów o prywatnych radiostacjach doświadczalnych (Dz. Ustaw R. P. Nr. 52 z dnia 12 listopada 1948 r. poz. 417) zezwolenia na amatorskie radiostacje nadawcze mogą być wydawane tylko członkom Polskiego Związku Krótkofalowców.

Zamieszczony w poprzednim numerze „Radia" statut P.Z.K. dostatecznie wyjaśnia warunki członkowstwa.

Członek P.Z.K. posiadający odbiornik do odbioru radiostacji amatorskich jest już faktycznie krótkofalowcem. Otrzymuje on w P.Z.K. znak nasłuchowy, którego używa w swojej pracy aż do ewentualnego otrzymania zezwolenia na stację nadawczą.

Ministerstwo Poczt i Telegrafów udzielając zezwolenia przydziela stacji nadawczej inny znak wywoławczy, którego używa się następnie w każdym wypadku tak przy nadawaniu jak i przy nasłuchach.

Ubiegający się o zezwolenie na stację nadawczą winien załączyć do zgłoszenia — świadectwo uzdolnienia, które na podstawie egzaminów wydają Oddziały P.Z.K. Świadectwo uzdolnienia winno stwierdzać, że kandydat:

a) Nadaje i odbiera na słuch znaki Morse'a z szybkością nie mniejszą niż 10 słów na minutę,
b) Posiada podstawową teoretyczną i praktyczną znajomość elektrotechniki, w szczególności znajomość regulacji i działania urządzeń stosowanych do krótkofalowych radiostacji doświadczalnych,
c) Posiada znajomość przepisów i regulaminów, dotyczących wymiany korespondencji drogą elektryczną,
d) Posiada znajomość przepisów międzynarodowych, które normują służbę krótkofalowych radiostacji doświadczalnych.

Komisje egzaminacyjne P.Z.K. przy egzaminach na świadectwo uzdolnienia stawiają następujące wymagania:

Nadawanie i odbiór słuchowy:

a) Dokładna znajomość alfabetu Morse'a.
b) Nadawanie w tempie równomiernym oraz odbiór z szybkością 10 słów (50 liter, cyfr wzgl. znaków pis.) na minutę. Dopuszczalna ilość błędów (zmiana lub opuszczenie znaku) — 2%.

Elektro i radiotechnika — wiadomości teoretyczne i praktyczne obejmujące:

a) Zjawiska magnetyzmu. Pole magnetyczne i elektromagnetyczne.
b) Zjawiska elektrostatyczne. Ładunki, pole elektryczne.

c) Przewodniki, izolatory, dielektryki.

d) *Prąd elektryczny. Obwody elektryczne. Rodzaje* prądu elektrycznego. Napięcie, natężenie, moc prądu elektrycznego. Jednostki elektryczne. Podstawowe prawa.

e) Prąd zmienny i szybkozmienny. Transformatory. Indukcyjność i pojemność w obwodach prądu zmiennego. Dławiki. Filtry elektryczne.

f) Źródła energii elektrycznej. Ogniwa, akumulatory, prądnice, altenatory. Silniki elektryczne, przetwornice, prostowniki.

g) Mierniki elektryczne na prąd stały, zmienny i szybkozmienny. Układy pomiarowe. Pomiary napięć, prądów, mocy, energii, oporności i t. p.

h) Zasady radiokomunikacji. Obwód drgań zamknięty i otwarty. Fale elektromagnetyczne. Długość fali, częstotliwość.

i) Anteny i ich rodzaje. Sprzężenia obwodów wysokiej częstotliwości.

j) Lampy elektronowe (katodowe). Zasady działania *lamp dwu i wieloelektrodowych. Lampy nadawcze*, odbiorcze i inne.
Zastosowanie lamp elektronowych, ich cechy charakterystyczne.

k) Odbiorniki. Sposoby odbioru fal modulowanych i niemodulowanych. Odbiór autodynowy, supergeneracyjny i superheterodynowy. Wzmacniacze niskiej, pośredniej i wysokiej częstotliwości.

l) Nadajniki. Generatory wysokiej częstotliwości. *Oscylatory samowzbudne, obcowzbudne i stabi*lizowane kwarcem. Nadajniki jedno i wielostopniowe. Modulatory. Strojenie nadajników, dopasowanie anten. Zasilanie nadajników. Przepisy bezpieczeństwa pracy przy wysokich napięciach.

m) Kontrola częstotliwości (długości fali). Falomierze. Umiejętność korzystania z falomierza — dokładność pomiaru.

Regulaminy, przepisy.

Znaki wywoławcze. Wywoływanie radiostacji, zgłaszanie i nadawanie radiotelegramu. Przerwa w korespondencji. Zakończenie radiotelegramu. Błąd. Powtórzenie radiotelegramu. Potwierdzenie radiotelegramu. Zakończenie korespondencji. Zmiana fali. Skala słyszalności i czytelności. Długości fal używanych do korespondencji amatorskiej. Sposób używania kodu Q i skrótów (SLANG). Sygnały dotyczące niebezpieczeństwa. Godziny korespondencji amatorskiej.

Uzyskanie pomyślnego wyniku egzaminu z powyższych wiadomości daje możność nasłuchowcom przejścia do kategorii nadawców. Nie należy jednak sądzić, że nadawca jest zawsze krótkofalowcem wyższej klasy. Są tacy nasłuchowcy, którzy osiągają w swojej pracy ciekawe i doskonałe wyniki, czego nie można powiedzieć o każdym nadawcy.

A. Kosiarski SP002-X

1 - V - 1

Odbiornik pasmowy dla krótkofalowców

Niezbędnym urządzeniem, które każdy radioamator zarówno nadawca jak i nasłuchowiec *posiadać powinien, jest odbiornik krót*kofalowy o dużej czułości i możliwie z rozciągniętymi na skali pasmami amatorskimi.

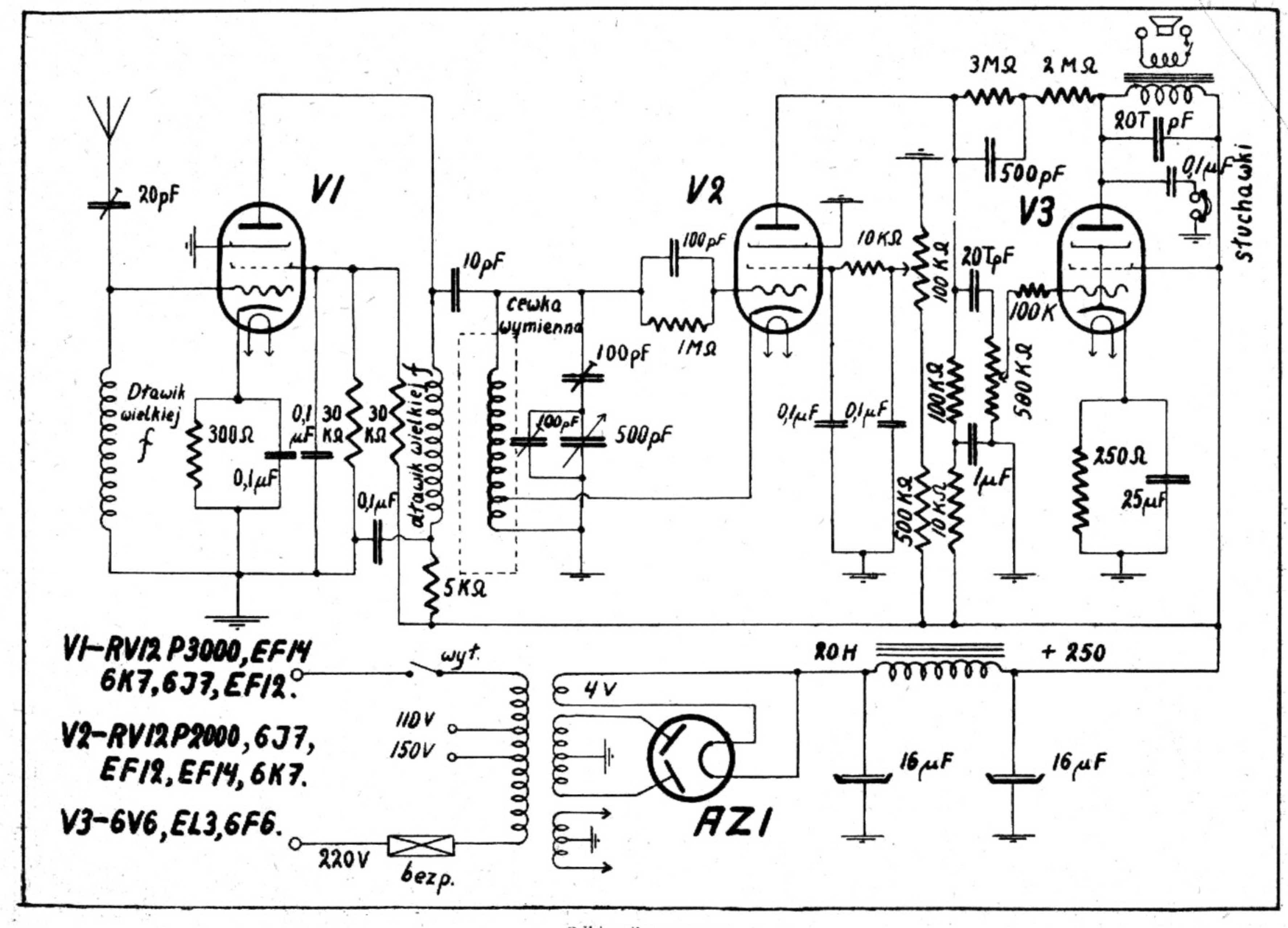
Nie będziemy się zbytnio rozwodzili dlaczego odbiornik winien być taki, a nie inny, gdyż jest to oczywiste dla każdego krótkofalowca.

Obecnie bliżej omówimy pewien schemat odbiornika krótkofalowego ze wzmocnieniem wielkiej częstotliwości (V_1) przed lampą detekcyjną z reakcją potencjometryczną w układzie ECO (sprzężenie elektronowe).

Ażeby zmniejszyć do minimum trudności, jakie nastręczają się przy strojeniu aparatu *wieloma gałkami, zastosowano tylko jeden* obwód strojony w siatce lampy detekcyjnej (V_2) natomiast obwód wejściowy jest aperiodyczny (niestrojony). Zrobiono to w tym celu, aby nie komplikować zbytnio odbiornika, tym bardziej *że obwód wejściowy na falach krótkich jest* dość tępy, a korzyści w uproszczeniu są znaczne.

Na wejściu odbiornika przewidziano dwa dławiki wielkiej częstotliwości połączone w sze*reg — jeden o znacznie większej ilości zwo*jów (dla zakresów 3,5 Mc i 7 Mc) od strony ziemi, drugi o mniejszej ilości zwojów (dla zakresów 14 Mc i 28 Mc) od strony anteny.

Należy je tak dobrać, aby ich fala własna była poza zakresem pracy. Dławik, większy dla zakresów 14 i 28 Mc winien mieć charakter pojemnościowy tak, że dla tych częstotliwości skutecznie będzie czynny tylko dławik o mniejszej ilości zwojów. Zamiast tych dławików można również stosować i opór rzeczywisty od 10 KΩ do 50 KΩ, ale nie jest to jednak zalecane, gdyż może on być powodem zakłóceń a poza tym może przebijać silna stacja lokalna, czego nie będzie przy wejściu dławikowym, gdyż oporność pozorna dławika dla fal średnich i długich będzie mała, a tym samym wejście odbiornika będzie zwarte dla tych fal. Lampa V_1 pracuje jako wzmacniacz wielkiej *częstotliwości; w jej obwodzie anodowym ja*ko opór pracy zastosowano dławik wielkiej częstotliwości (a właściwie dwa połączone



Odbiornik pasmowy

w szereg — takie same jak na wejściu odbiornika). W celu osiągnięcia większej selektywności należy luźno sprzęgnąć stopień wielkiej „f" ze stopniem detekcyjnym.

W naszym wypadku zastosowano sprzężenie pojemnościowe.

Stopnia detekcyjnego z reakcją potencjometryczną nie będziemy omawiali, gdyż jest on dokładnie opisany w numerze 3/4 rok 1948 miesięcznika „Radio" w artykule p. t. „Trzy zakresowy odbiornik z reakcją potencjometryczną". Dla przypomnienia podajemy jedynie, że potencjometr 100 KΩ w ekranie lampy V_2 służy do regulacji reakcji (czułości), zaś potencjometr 0,5 MΩ w siatce lampy V_3 służy do regulacji siły głosu.

Lampa głośnikowa V_3 może pracować albo *na głośnik, albo na słuchawki, zależnie od pozycji* wyłącznika. Między anodami lamp V_3 i V_2 zastosowano napięciowe sprzężenie ujemne celem stabilniejszej pracy i lepszej jakości odtwarzania.

W odbiorniku przewidziano cewki wymienne. Ma to tę zaletę, że aparat nie wymaga specjalnego przełącznika, dzięki temu przewody *przy lampie detekcyjnej skracają się do minimum* — co ma w odbiorniku krótkofalowym bardzo wielkie znaczenie.

Obecnie zaprojektujemy cewki dla czterech pasów amatorskich.

Krótkofalowcy mają do dyspozycji następujące częstotliwości:

3.5 ÷ 4 Mc/s (85 ÷ 75 m),
7 ÷ 7,3 Mc/s (42,8 ÷ 41 m),
14 ÷ 14,4 Mc/s (21,4 ÷ 20,8 m),
28 ÷ 30 Mc/s (10,7 ÷ 10 m),
56 ÷ 60 Mc/s (5,35 ÷ 5 m).

Podamy obecnie sposób wyliczenia cewek obwodu detekcyjnego, współpracujących z powietrznym kondensatorem obrotowym.

Celem znacznego rozciągnięcia pasa amatorskiego na skali, dobieramy taki kondensator obrotowy, aby otrzymać odpowiedni stosunek *pojemności końcowej do początkowej*.

Wiadomo, że istnieje następująca zależność:

$$\sqrt{\frac{C_{końcowa}}{C_{początk.}}} = \frac{f_{max.}}{f_{min.}}$$

ponieważ przeciętny kondensator powietrzny używany w odbiornikach ma pojemność końcową około *500 pF, a pojemność początkowa* wraz z pojemnością układu wynosi około 50 pF, to można nim pokryć trzykrotny zakres częstotliwości.

$$\sqrt{\frac{500}{50}} = \sqrt{10} = 3,15$$

np. od 10 Mc/s ÷ 31,5 Mc/s.

Dla nas radioamatorów, taki szeroki zakres jest w tym wypadku nieodpowiedni, gdyż zbyt dużo czasu trzeba by poświęcić, aby wyłowić pożądaną stację.

Musimy dobrać odpowiednią pojemność.

W tym celu do kondensatora obrotowego dołączamy równolegle trymer o pojemności końcowej około 100 pF i poza tym od strony mostka detekcyjnego dołączamy taki sam trymer w szereg z kondensatorem obrotowym. W ten sposób otrzymujemy pewną pojemność wypadkową, której stosunek pojemności max. do min. będzie dla nas bardziej korzystny.

$$C_{wyp.} = \frac{(C_{obrot.} + C_{trym.\,rów.}) \cdot C_{trym.\,szereg.}}{C_{obrot.} + C_{trym.\,rów.} + C_{trym.\,szereg.}}$$

stąd

$$C_{wyp.\,max.} = \frac{(C_{obrot.\,max.} + C_{trym.\,rów.}) \cdot C_{trym.\,szereg.}}{C_{obrot.\,max.} + C_{trym.\,rów.} + C_{trym.\,szereg.}} =$$

$$= \frac{(500 + 100)\,100}{500 + 100 + 100} = 86\ pF$$

$$\underline{C_{max.} = 86\ pF.}$$

$$C_{wyp.\,min.} = \frac{(C_{obrot.\,min.} + C_{trym.\,rów.}) \cdot C_{trym.\,szereg.}}{C_{obrot.\,min.} + C_{trym.\,rów.} + C_{trym.\,szereg.}} =$$

$$= \frac{(50 + 100)\ .\ 100}{50 + 100 + 100} = 60\ pF$$

$$\underline{C_{min.} = 60\ pF.}$$

stąd

$$\frac{f_{max.}}{f_{min.}} = \sqrt{\frac{C_{max.}}{C_{min.}}} = \sqrt{\frac{86}{60}} = 1,2$$

czyli kondensatorem w takim układzie możemy pokryć zakres następujący:

$$f_{max.} = 1,2\ f_{min.}$$

$$\text{np. } f_{max.} = 6,5\ Mc/s — 46\ m.$$

$$\text{to } f_{max.} = 1,2\,f_{min} = 1,2\ .\ 6,5\ Mc/s =$$
$$= 7,8\ M/cs — 38,5\ m.$$

Jak widać ten kondensator będzie dla nas bardzo korzystny, gdyż na całej skali będziemy mieli zakres od 38,5 ÷ 46 m. — czyli 7,5 m. rozciągnięte na całą skalę. Zakładając, że skala ma 100 podziałek, to na jedną działkę wypadnie 7 cm. lub 13 Kc/s, stąd oczywisty wniosek, że przy odpowiedniej czułości odbiornika wszystkie czynne w tym zakresie stacje amatorskie zostaną odebrane.

Do obliczenia cewek przyjmujemy pewną *średnią pojemność założonego kondensatora np.* 70 pF, aby być na środku zakresu (regulacja w dół i górę)

$$\text{ponieważ } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

$$\text{stąd } L_{\mu H} = \frac{10^{18}}{(2\pi)^2 \cdot f_{c/s}^2 \cdot C_{pF}}$$

$$L = \frac{10^{18}}{(2\pi)^2 \cdot (3{,}5 \cdot 10^6)^2 \cdot 70} = 30\ \mu H$$

$f_1 = 3{,}5$ Mc/s $\quad f_3 = 14$ Mc/s

$f_2 = 7$ Mc/s $\quad f_4 = 28$ Mc/s

postępując w sposób analogiczny otrzymamy dane dla dalszych cewek:

$L_1 = 30\,\mu H$; $L_2 = 7{,}5\,\mu H$; $L_3 = 1{,}9\,\mu H$; $L_4 = 0{,}5\,\mu H$

Obecnie obliczymy ilość zwojów dla poszczególnych cewek.

Cewki mogą być nawijane na karkasach kalitowych, trolitulowych lub ostatecznie preszpanowych o różnych średnicach. My przyjmiemy średnicę karkasu równą $\varnothing = 2$ cm., taką najczęściej się stosuje.

Wiadomo, że

$$N = \sqrt{\frac{L_{cm}}{K \cdot D}} \quad \text{dla cewek jednowarstwowych.}$$

$$K = \frac{100}{4 + 11\frac{b}{D}}$$

N — ilość zwojów
K — współczynnik zależny od kształtu cewki
D — średnica cewki
b — długość uzwojenia

$$\text{przyjmiemy } \frac{b}{D} = 0{,}5$$

$$\text{stąd } K = \frac{100}{4 + 11 \cdot 0{,}5} = 10{,}6$$

dla naszego założenia

$$K = 10{,}6$$

$$\text{stąd } N_1 = \sqrt{\frac{L_1\,cm}{K \cdot D}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 10^3}{10{,}6 \cdot 2}} = 38 \text{ zwojów}$$

Zaś dla innych cewek otrzymamy:

$N_1 = 38$ zwojów
$N_2 = 19$ „
$N_3 = 9$ „
$N_4 = 5$ „

Średnicę drutu na poszczególne cewki obliczamy w prosty sposób. Długość cewki w naszym wypadku wynosi b=0,5.D czyli 1 cm.

stąd średnica drutu (zakładamy, że nawijamy zwój koło zwoja).

$$\varnothing_1 = \frac{b}{N_1} = \frac{1}{38} = 0{,}25 \text{ mm.}$$

$\varnothing_1 = 0{,}25$ mm; $\varnothing_2 = 0{,}5$ mm;
$\varnothing_3 = 1$ mm; $\varnothing_4 = 2$ mm;

Każda cewka ma mieć odczep po ⅓ zwojów.

Do oprawienia cewek wymienionych najlepiej użyć cokołu lampy pięcionóżkowej, starego typu, a w odbiorniku przewidzieć dla tych cewek podstawkę możliwie kalitową.

Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na rozstawienie elementów koło lampy detekcyjnej — i tak zarówno potencjometr regulujący napięcie ekranu lampy V_2 (reakcyjny) jak i cewka wymienna łącznie z kondensatorem obrotowym winny być najbliżej lampy detekcyjnej, gdyż od tego zależy sprawność układu.

Dławiki wielkiej częstotliwości należy nawinąć cienkim drutem miedzianym w emalii lub jedwabiu, średnicy 0,1 ÷ 0,2 mm sekcyjnie lub jednowarstwowo.

Na dławik większy należy przewidzieć około 6 m drutu, zaś na dławik mniejszy 2 m drutu— na karkasach lub rurkach około 1 cm średnicy.

W stopniu końcowym przewidziano również wyjście na słuchawki.

Dobór lamp w powyższym odbiorniku nie jest bardzo krytyczny — jednak przede wszystkim zalecane są lampy o dużym nachyleniu charakterystyki, takie jak: EF 14, RV 12 P 3000, itp. W stopniu końcowym może pracować każda odpowiednia lampa — należy jedynie dobrać odpowiedni punkt pracy (opór w katodzie).

W antenie przewidziano mały kondensator w celu poprawienia warunków pracy.

Kondensator obrotowy wraz z zespołem trymerów (szeregowym i równoległym) pozwala na odpowiednie dobranie szerokości pasma amatorskiego. Oczywiście, że trymery zestraja się raz na stałe.

Podając do wiadomości radioamatorów powyższy układ sądzę, że przyniesie on duże korzyści.

Przy projektowaniu odbiornika wzięto pod uwagę możliwości, jakimi może rozporządzać średnio zaawansowany krótkofalowiec.

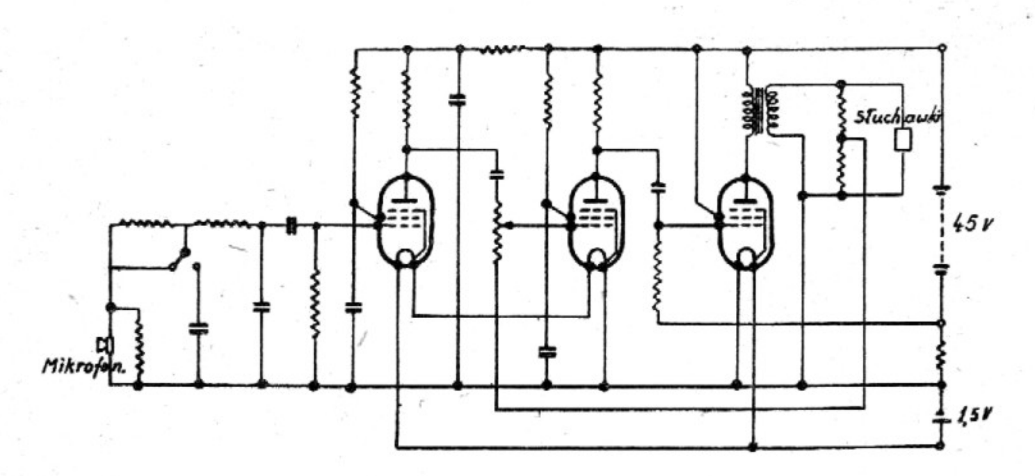
Pamiętajmy, że odbiornik jest tani, a jednocześnie bardzo wydajny — pracował on u piszącego dłuższy czas, dając znakomite wyniki.

Pomoce elektronowe dla osób o przytępionym słuchu

Obawiam się, aby ten przydługi trochę tytuł nie odstraszył wielu Czytelników od przeczytania kilku słów o urządzeniach, które za granicą mają coraz większe zastosowanie. Nazywa się je tam zresztą krótko: pomoce słuchu. Z równym bowiem skutkiem moglibyśmy nazwać powszechnie używaną rzecz: pomocami optycznymi dla osób o osłabionym wzroku — nazywa się je zaś krótko okularami lub potocznie szkłami. Dla niżej opisanych urządzeń publiczność znajdzie z pewnością jakąś popularną nazwę, z chwilą gdy się rozpowszechnią. Na przeszkodzie temu stoi przede wszystkim brak odpowiedniego sprzętu na rynku oraz pewne hamulce na tle wstydu. Przypomnijmy jednak, że w dawnych czasach wstydzono się okularów, stąd różne lorniony, pince-nez itp., o których już zapomniano.

wzmacniacz (bez baterii) jest wielkości dwu połączonych muszli słuchawkowych. Zawiera on mikrofon krystaliczny, 3 lampy oraz wszystkie drobne części wraz z regulatorem siły i tonu, również w wykonaniu miniaturowym. Miniaturową słuchaweczkę wsuwa się w ucho, łączy się ona zaś ze wzmacniaczem za pomocą giętkich, cienkich, „niewidocznych" przewodów. Dawniejsza metoda słuchu „przez kość", gdzie specjalne słuchawki zakładało się z tyłu za uchem, została, wobec zwiększenia sprawności wzmacniaczy, prawie zupełnie zaniechana.

Sprawa baterii żarzenia i anodowej jest niemniej ważna. Wojna przyniosła i w tej dziedzinie pewną poprawę. Wymiary i ciężar baterii zostały znacznie zredukowane, ich trwałość zwiększona i to tym więcej, że nowe lam-



Rys. 1.

py pobierają o wiele mniej prądu żarzenia i prądu anodowego. W wyniku tych ulepszeń sakiewkę z bateriami nosi się w kieszeni kamizelki lub marynarki, zaś dla kobiet przygotowano odpowiednie dyskretne i wygodne zawieszenia.

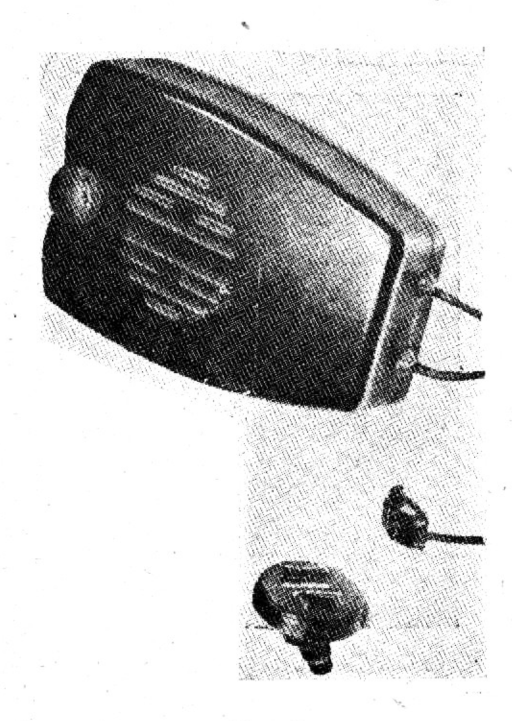
Przytępienie słuchu jest chorobą wieku starszego, choć cierpi na nie wiele młodych osób. Zwłaszcza obecnie wielu żołnierzy wyniosło z wojny kontuzje uszu lub osłabienie słuchu.

Użycie wzmacniaczy elektronowych dla ułatwienia życia tym upośledzonym jest tak oczywiste, że nie wymaga żadnych komentarzy, lecz długa musiała być droga, zanim doszło się do dzisiejszego stanu, który nazwiemy zadowalającym. Do tego, aby tak się stało, potrzebne były miniaturowe lampy, które jak wiemy są wytworem ostatniej doby i w których widzimy pokojowe zastosowanie płaskich lamp ze słynnego „zapalnika zbliżenia" z pocisków artylerii przeciwlotniczej. Oczywiście, że gdy do rozporządzenia były tylko normalne lampy odbiorcze, zrobienie wzmacniacza trzylampowego — wymagało sporego pudełka, które trzeba było nosić w ręku. Obecnie cały

Na załączonym rysunku widzimy schemat wzmacniacza z pomocy słuchu. Jest to wzmacniacz 3-lampowy z kontrolą tonu przy mikrofonie krystalicznym, regulacją siły głosu, nie zapomniano nawet o ujemnym sprzężeniu zwrotnym z wtórnego uzwojenia transformatora słuchawkowego. Lampy są typu miniaturowego, firmy Raytheon, przy czym dwie pierwsze mają napięcie żarzenia zaledwie po 0,7 wolta, tak że załącza się je szeregowo na ogniwo żarzenia 1,5 wolta. Trzecia lampa wyjściowa, mocniejsza, żarzy się wprost z 1,5 wolta. Bateria anodowa ma 45 woltów, zaś w in-

nym modelu (ze słuchawką krystaliczną) 30 woltów.

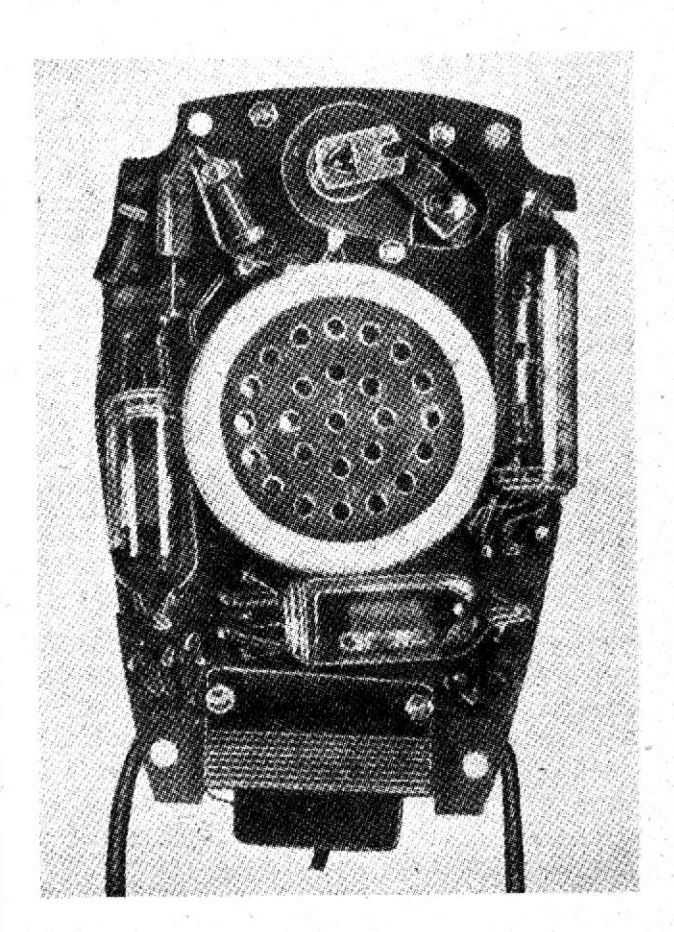
Baterie, żarzenia i anodowa, mimo wszystko, są wciąż jeszcze piętą achillesową pomocy słuchowych. Bateria anodowa może trwać 150 godzin pracy, czyli 10 do 30 dni, zaś bateria żarzenia najwyżej 50 godzin, a więc 3 do 10 dni. Ustawiczna wymiana zwłaszcza tej ostatniej jest niezmiernie uciążliwa, jedyne wyjście widać tylko w stosowaniu znacznie trwalszych choć odpowiednio droższych ogniw Ruben-Mallory lub innych tego rodzaju.



Rys. 2.

Celem częściowego przynajmniej uwolnienia się od tych trudności, pomyślano również o instalacjach zasilanych z sieci, które choć nieruchome są często dogodne dla osób starszych. Robią je przeważnie w postaci odbiorników, bardziej rozbudowanych od normalnych, tak aby można było dowolnie wybierać bądź jakiś program radiofoniczny lub użyć odbiornika jako pomocy słuchowej. Regulacja siły głosu jest przy tym odrębna dla głośnika i dla słuchawek, tak aby osoba głucha mogła korzystać choćby i z pełnej mocy wzmacniacza nie dokuczając przy tym innym. W bardziej wyrafinowanych urządzeniach, i to zarówno stałych jak i przenośnych, stosuje się system automatycznej regulacji siły głosu, tak aby korzystający nie musiał ustawicznie kręcić gałką regulacji siły. Zapobiega to również przykrym a niespodziewanym hałasom, jak na przykład trzaśnięcie drzwiami.

Urządzenia pomocy słuchowych znalazły poza tym zastosowanie na przykład w kościołach, gdzie są specjalne ławki ze słuchawkami, w teatrach, salach koncertowych. Miejsca te cieszą się dużym powodzeniem, co świadczy o ich celowości.



Rys. 3

Podany na rysunku schemat oraz fotografie (rys. 2 i 3) przedstawiają pomoc słuchową produkowaną pod kontrolą brytyjskiego Ministerstwa Zdrowia, celem jak najszerszego rozprowadzenia wśród społeczeństwa. Mamy nadzieję, że ta inicjatywa znajdzie oddźwięk i u nas.

»RADIO«

miesięcznik dla techników i amatorów

SPIS RZECZY

za rok III — 1948

Uwaga: liczby podane przy artykułach oznaczają numer kolejny miesięcznika i stronę.

Artykuły ogólne i wiadomości różne

Artykuły teoretyczne i opisowe

Opisy budowy odbiorników i sprzętu pomocniczego

Krótkofalarstwo

Przegląd schematów

Tabele i nomogramy

Nomogram Nr 23

Obciążalność oporów

Przy użyciu oporów w odbiornikach i wzmacniaczach decydującą rolę odgrywa moc w watach, jaka wydzieli się na oporze podczas pracy. Moc ta wyznacza wielkość, typ, i rodzaj oporu jaki będziemy stosowali. Nie chodzi przy tym o zupełnie dokładną cyfrę mocy, lecz raczej o orientację ilo-watowy potrzebny jest opór spośród niewielu produkowanych wymiarów i gatunków (masowe lub drutowe, a w tych jeszcze goie oraz emaliowane). Dla szybkiej i celowej orientacji zamieszczamy (Electronic Engineering, styczeń 1949) nomogram, który podaje, z dostateczną dokładnością i bez użycia linijki, prąd, napięcie oraz wataż oporu, w bardzo szerokich granicach. Skala wartości oporów podana jest w wartościach standartowych (por. Radio III Nr 1/2 str. 25) dla tolerancji ± 20%. Brakujące a opuszczone dla przejrzystości cyfry dla tolerancji ± 10% (12 — 18 — 27 — 39 — 56 — 82) mieszczą się na skali dokładnie w środku pomiędzy podanymi wartościami 20-procentowymi 10 — 15 — 22 — 33 — 47 — 68, bowiem opory standartowe dzielą każdą dekadę na równe skoki, w skali logarytmicznej.

Pozycję na skali wartości nie - standartowych oporów łatwo wyznaczymy na oko, przy czym zwracamy uwagę, że punkty w których skośne linie napięcia przecinają poziome skale omów wyznaczają wartości oporów o tych samych cyfrach okrągłych, a więc 2, 3, 4, 5, 7, dając jeszcze kilka dodatkowych punktów orientacyjnych.

Przykłady: Jaki prąd można przepuścić przez 1-watowe opory 500Ω i 100 KΩ? Odpowiednie wartości znajdziemy posuwając się pionowo od odpowiednich punktów na poziomej osi oporów, aż do przecięcia ze skośną linią watażu. Od punktów przecięcia posuwamy się poziomo w lewo do przecięcia z osią prądową. Uzyskane wartości wynoszą odpowiednio 45 i 3,2 m A.

Opór katodowy lampy głośnikowej wyznaczy jej ujemne napięcie na 6V przy prądzie 40 mA. Punkt styczności tych obu wartości podaje opór oczywiście 150Ω. Punkt ten wypada na linii watażu $^1/_4$ wata, lecz ostrożność każe użyć tu oporu o obciążalności co najmniej ½ wata.

Wyznaczyć opór upływowy taki, aby brał prąd 20 mA przy napięciu 400 V. Nomogram podaje opór 20 KΩ o watażu nieco poniżej 10 watów. W praktyce użyjemy tutaj kilku, powiedzmy czterech, oporów, każdy 5 KΩ o obciążeniu co najmniej 5 watów.

KUPON Nr 24

na odpowiedź w »Radio«

Nazwisko ....

Adres ....

....

SPROSTOWANIE

W poprzednim numerze „Radio" w schemacie Nr 48 wspólny punkt kondensatorów 5 T, 20 (pF) oraz oporu 5 K należy połączyć z szyną plusową. W pierwszym przykładzie dla Nomogramu Nr 22 odpowiedź brzmi: 1,13 μF.

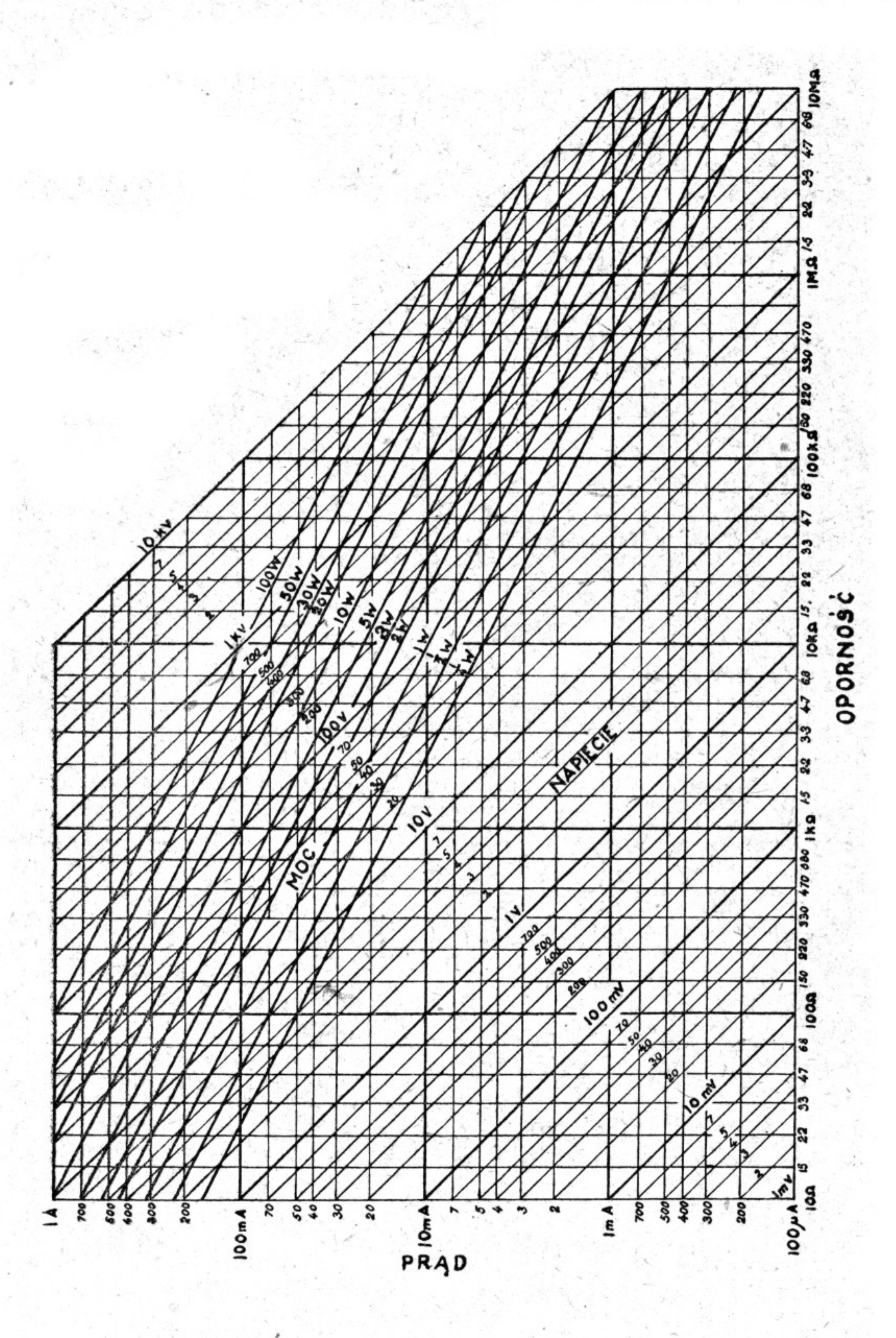
Redaguje Komitet **Wydawca: Biuro wydawnictw P. R.**

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Noakowskiego 20.

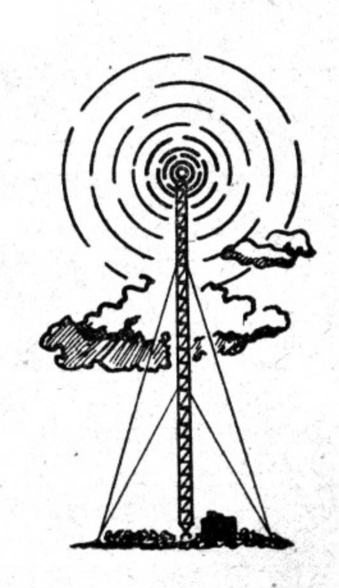
Warunki prenumeraty: Półrocznie wraz z przesyłką pocztową zł 360. Prenumeratę należy wpłacać na konto czekowe w PKO Nr I-330 „Radio i Świat". Na odwrocie blankietu nadawczego należy zaznaczyć: prenumerata miesięcznika „Radio". Cena pojedynczego egzemplarza zł 100.—.

Ceny ogłoszeń: na okładce 1 kol. — 8.000 zł, ½ kol. — 5.000 zł, ¼ kol. — 3.000 zł, ⅛ kol. — 2.000 zł, w tekście zł 50 za 1 mm szer. 1 szpalty.

Drukarnia Spółdz. Wyd. „Wydawnictwo Ludowe" Warszawa Skolimowska 5 B- 72667



Nomogram Nr 23



Drukarnia Spółdz. Wyd. „Wydawnictwo Ludowe" Warszawa Skolimowska 5